



10 Tahun Pelestarian Candi Borobudur

2007-2017

LESTARI CAGAR BUDAYAKU

10 Tahun Pelestarian Candi Borobudur 2007-2017



Diterbitkan oleh:

Balai Konservasi Borobudur

Jalan Badrawati Borobudur Magelang 56553

Pos-el : bkb Borobudur@kemdikbud.go.id

Situs web : kebudayaan.kemdikbud.go.id/bkb Borobudur

TIM PENYUSUN

Pengarah

Drs. Tri Hartono, M.A.

Penanggung Jawab

Yudi Suhartono, M.A.

Redaktur

Yudi Suhartono, M.A.

Winda Diah Puspita Rini, S.S.

Panggah Ardiyansyah

Fotografer

Dimas Arif Primanda Aji, S.Hum.

Desainer Grafis

Ihwan Nurais

Fajar Sungkono

Cetakan Pertama, 2018

ISBN

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan penyusunan dan menerbitkan buku “Lestari Cagar Budaya: 10 Tahun Pelestarian Candi Borobudur 2007-2017”. Buku ini merupakan upaya untuk merangkum berbagai aktivitas yang telah dilakukan oleh Balai Konservasi Borobudur selama 10 tahun terakhir dalam perlindungan Candi Borobudur sebagai Warisan Dunia UNESCO. Kumpulan tulisan ini diawali dengan reaksi pemerintah Indonesia terhadap monitoring reaktif yang dilakukan oleh UNESCO pada tahun 2003 dan 2006. Menyadari sepenuhnya bahwa pelestarian Candi Borobudur sebagai Warisan Dunia masih jauh dari sempurna dan standar yang diharapkan, Balai Konservasi Borobudur melakukan pembenahan, inovasi baru pelibatan masyarakat, serta kebijakan konservasi ditujukan untuk meningkatkan tingkat keterawatan monumen kebanggaan bangsa ini. Berbagai usaha inilah yang kemudian direkam dalam berbagai bab yang disusun dan dirajut menjadi buku ini.

Untuk itu, kami mengucapkan terima kasih kepada para penulis dan semua pihak yang telah membantu terwujudnya penyusunan buku ini, terutama Drs. Marsis Sutopo, M.Si. yang telah mengarahkan penyusunan naskah buku ini pada tahun 2017, serta Iskandar M. Siregar, S.Si. yang menjadi penanggung jawab dalam proses penyusunan tersebut. Mudah-mudahan buku ini memberikan tambahan wawasan, khususnya tentang berbagai usaha pelestarian yang telah dilakukan terhadap Candi Borobudur, serta berbagai pelibatan masyarakat didalamnya.

Kami menyadari bahwa buku ini masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, dengan tangan terbuka, kami mengharap dan menerima kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan kedepannya. Akhir kata, semoga buku ini dapat melengkapi pemahaman masyarakat umum tentang pelestarian cagar budaya, khususnya Candi Borobudur.

Magelang, Oktober 2018

Redaktur

DAFTAR ISI

Pengantar Redaksi.....	iii
Daftar Isi.....	v
Respon atas Monitoring Reaktif Warisan Dunia Borobudur Nahar Cahyandaru, S.Si.....	1
Penanganan Isu Keterawatan Candi Borobudur (Pembatasan Penggunaan Bahan Kimia dan Penanganan Kebocoran Dinding Candi Borobudur) Hari Setyawan, S.S., M.T. dan Arif Gunawan.....	31
Pelapisan Tangga sebagai Upaya Menjaga Tingkat Keterawatan (<i>State of Conservation</i>) Candi Borobudur Sebagai Warisan Dunia Brahmantara, S.T. dan Dian Eka Puspitasari, S.T.....	75
Kesiapsiagaan Candi Borobudur terhadap Bencana Leliek Agung Haldoko, S.T. dan Moh. Habibi, S.Si.....	109
Monitoring dan Evaluasi Candi Borobudur, Mendut, dan Pawon Ari Swastikawati, S.Si., M.A., Winda Diah Puspita Rini, S.S., dan Dhanny Indra Permana, S.Si.....	130
Kajian Pengembangan Metode dan Teknik Konservasi Fr. Dian Ekarini, S.Si., M.A., Linus Setyo Adhidhuto, S.Si., dan Sri Wahyuni, A.Md.....	167
Kampanye Pelestarian Berbasis Komunitas Henny Kusumawati, S.S. dan Dimas Arif Primanda Aji, S.Hum.....	217
Kawasan Borobudur sebagai Kawasan Prioritas Pembangunan Berbasis Budaya Yudi Suhartono, M.A. dan Sri Sularsih, S.H.....	256
Visitor Management Candi Borobudur Isni Wahyuningsih, M.A., Dian Eka Puspitasari, S.T., dan Jati Kurniawan, S.S.....	268
Tantangan Pelestarian Saat Ini dan Masa yang Akan Datang Drs. Marsis Sutopo, M.Si., Wiwit Kasiyati, M.A., Iskandar M. Siregar, S.Si., Yudi Suhartono, M.A., dan Ari Swastikawati, S.Si., M.A.....	287
Daftar Pustaka.....	304

RESPON ATAS MONITORING REAKTIF

WARISAN DUNIA BOROBUDUR

I. Pendahuluan

Borobudur telah masuk sebagai warisan dunia (*world heritage*) sejak tahun 1991 dengan nomor 592. Borobudur terdaftar sebagai *Borobudur Temple Compound* yang terdiri dari Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon. Ketiga candi tersebut berada dalam satu kawasan yang diatur dalam satu sistem zonasi. Masuknya Borobudur sebagai warisan dunia bukan hanya sekedar status, namun lebih jauh membawa konsekuensi pengelolaan yang harus lebih baik.

Status sebagai warisan dunia menjadikan kelestarian Borobudur menjadi perhatian seluruh dunia. Hal-hal yang berkembang di situs warisan dunia akan menjadi sorotan sehingga harus dikelola dengan tepat. Dalam konteks pengelolaan warisan dunia, maka aspek nilai penting adalah yang utama untuk dipertahankan. UNESCO merumuskan nilai penting sebagai *Outstanding Universal Value (OUV)* yang khas untuk setiap situs yang masuk dalam daftar warisan dunia. Kelestarian nilai penting ini (OUV) mencerminkan kelestarian situsnya sebagai warisan dunia, sebaliknya hal-hal yang berpotensi menghilangkan nilai penting merupakan ancaman kelestarian warisan dunia. Pemahaman mengenai nilai penting dan melakukan upaya-upaya menjaga nilai penting ini merupakan hal yang pokok bagi pengelola warisan dunia.

Borobudur temple compound masuk sebagai warisan dunia dengan kriteria OUV no i, ii, dan vi. Kriteria ini dijabarkan secara lebih khusus pada statement OUV Borobudur. Secara ringkas statemen tersebut memberikan penekanan utama nilai penting sebagai berikut; (i) sebagai monumen *masterpiece* yang luar biasa (ii) sebagai monumen yang

memiliki pengaruh perkembangan arsitektur dunia (vi) sebagai monumen yang secara harmonis mengawinkan konsep Buddhisme dengan seni asli nenek moyang bangsa Indonesia. Statemen tersebut dilengkapi dengan pernyataan autentisitas dan integritas, dimana orisinalitas material dan setting Candi Borobudur masih terjaga serta memiliki kesatuan dengan kawasannya.

Berbagai permasalahan yang muncul dapat berpotensi menurunkan OUV, autentisitas, dan integritas. Pemantauan atau monitoring dilakukan oleh UNESCO untuk memastikan agar setiap situs tetap terjaga nilai penting/ statemen OUV-nya. Secara umum mekanisme monitoring ada dua, yaitu monitoring periodik dan monitoring reaktif. Monitoring periodik dilaksanakan secara rutin (6 tahun sekali) melalui penilaian atas pelaporan yang disusun oleh *state party* (pemerintah). Laporan tersebut dievaluasi oleh Badan Penasehat (*Advisory Body*) dan dibahas pada sidang komite warisan dunia (*World Heritage Committee*). Adapun monitoring reaktif hanya dilaksanakan pada situs yang terindikasi adanya permasalahan yang dapat mengancam OUV situs. Monitoring reaktif dilaksanakan oleh suatu tim yang ditunjuk untuk melaksanakan evaluasi secara langsung ke situs. Secara definisi, dokumen monitoring reaktif adalah laporan oleh Sekretariat WHC, Badan Penasehat (ICOMOS atau IUCN), atau badan lain yang ditunjuk mengenai keadaan warisan dunia yang terganggu atau terancam kelestariannya, hendak atau sudah dimasukkan ke dalam Warisan dalam bahaya (*World Heritage in Danger*), atau dipertimbangkan dihapus dari Daftar Warisan Dunia (*World Heritage delisting*).

Suatu situs yang dimonitoring reaktif dianggap mengalami permasalahan yang “serius” karena dapat direkomendasikan untuk dimasukkan ke dalam daftar warisan dunia dalam bahaya, bahkan lebih lanjut dapat mengarah pada penghapusan dari daftar warisan dunia. Dokumen laporan monitoring reaktif harus segera ditindaklanjuti dengan sungguh-sungguh oleh pengelola situs agar status warisan dunia dapat

tetap terjaga.

Monitoring reaktif di Candi Borobudur yang dilaksanakan pada tahun 2003 melaporkan beberapa permasalahan yang terjadi. Laporan tersebut memuat rekomendasi-rekomendasi yang harus dilaksanakan lebih lanjut. Pihak pengelola telah melaksanakan berbagai kegiatan sehingga pada monitoring reaktif tahun 2006 dinyatakan bahwa telah dilakukan perbaikan. Setelah monitoring reaktif tahun 2006 tersebut tidak ada lagi monitoring reaktif, meskipun ada beberapa rekomendasi dari sidang komite warisan dunia yang harus dilaksanakan dan dilaporkan dalam laporan *state of conservation*. Monitoring reaktif tahun 2003, tindakan-tindakan perbaikan, monitoring reaktif 2006, rekomendasi komite, serta laporan *state of conservaition* warisan dunia Borobudur akan diuraikan secara lebih mendalam.

II. Pelaksanaan Monitoring Reaktif Borobudur

Monitoring reaktif yang dilaksanakan di Borobudur telah berlangsung dua kali. Pertama pada tahun 2003 dan selanjutnya pada tahun 2006. Kedua monitoring reaktif ini didasarkan atas permasalahan utama yang sama. Monitoring reaktif tahun 2003 mengungkap beberapa permasalahan yang terjadi serta memberikan rekomendasi, sedangkan monitoring reaktif tahun 2006 mengevaluasi pelaksanaan rekomendasi tahun 2003 tersebut. Apabila rekomendasi tahun 2003 telah dilaksanakan dengan baik maka Borobudur dapat menurun status pengawasannya. Sebaliknya, apabila rekomendasi tidak dilaksanakan maka akan meningkat bahkan bisa sampai pada memasukkannya dalam daftar situs dalam bahaya (*in danger list*). Berikut ini isi dan penjelasan dari pelaksanaan monitoring reaktif tahun 2003 dan 2006.

A. **Monitoring Reaktif tahun 2003**

Monitoring reaktif tahun 2003 dilaksanakan oleh UNESCO karena memandang bahwa terjadi banyak permasalahan di Borobudur. Permasalahan tersebut dikhawatirkan dapat mengancam nilai penting Candi Borobudur sebagai warisan dunia. Permasalahan tersebut terjadi karena pengelolaan yang dipandang kurang tepat di tengah peningkatan kunjungan situs yang sangat tinggi, selain itu juga rencana pembangunan fasilitas yang terlalu mencolok sehingga justru mengancam kelestarian situsnya sendiri.

Pemicu utama UNESCO memutuskan monitoring reaktif atas berbagai permasalahan yang ada adalah rencana pembangunan pusat perbelanjaan di dekat Candi Borobudur. Pusat perbelanjaan yang dahulu populer dengan sebutan konsep “*Shopping street Jagad Jawa*” mengundang kritik dan polemik yang tajam di masyarakat. Konsep ini awalnya dikembangkan untuk mengatasi keruwetan area pedagang dan pengasong di dalam kompleks taman, namun sayang yang direncanakan adalah sebuah fasilitas yang masif dan sangat besar (seluas 4 hektar). Fasilitas yang demikian besar dan sangat dekat dengan candi tentu akan menurunkan nilai penting situs, dan di masa depan dapat mengancam kelestariannya.

Tim ahli yang dibentuk oleh UNESCO dalam pelaksanaannya melakukan tinjauan secara komprehensif sehingga tidak hanya terfokus pada masalah pembangunan fasilitas ini saja. Hasil pemantauan menunjukkan berbagai temuan permasalahan lain di lapangan. Masalah yang diungkap terdiri atas berbagai aspek, baik pengelolaan, tata guna lahan, zonasi, hingga pengemasan informasi bagi pengunjung. Berikut ini adalah naskah laporan monitoring reaktif yang telah dilaksanakan di Borobudur pada tahun 2003.

Permasalahan Konservasi

Dipresentasikan ke Komite Warisan Dunia pada tahun 2003

Pada tanggal 29 Januari 2003, Gubernur Jawa Tengah (Indonesia) meminta Direktur Jenderal UNESCO untuk meninjau dan menyelesaikan rencana pengembangan pariwisata yang diusulkan untuk meningkatkan presentasi dan fasilitas pariwisata di properti Warisan Dunia Borobudur. Rencana ini mengusulkan pembangunan pusat perbelanjaan besar di empat hektare lahan di zona 3, tepat di luar kawasan 2, sekitar 880 meter dari Candi Borobudur itu sendiri.

Untuk memeriksa proposal tersebut, World Heritage Centre mengadakan misi pemantauan reaktif UNESCO-ICOMOS ke Borobudur pada 16-20 April 2003. Pada pelaksanaan misi ini, WHC juga meminta pihak berwenang Indonesia untuk memberikan informasi lebih lanjut mengenai rencana proyek tersebut dalam bahasa Inggris, disertai dengan peta terperinci yang menunjukkan lokasi yang tepat dari proyek yang diusulkan. WHC menerima informasi ini pada tanggal 25 April 2003 melalui Delegasi Permanen Indonesia ke UNESCO. Misi ahli UNESCO-ICOMOS mencatat bahwa:

- (i) Departemen Arkeologi melaporkan penggundulan hutan di wilayah sekitar, terutama di Zona 5, dan juga di perbukitan dan pegunungan di luar zona perlindungan Warisan Dunia, karena tekanan penduduk dan meningkatnya urbanisasi. Penggundulan hutan ini telah menyebabkan perubahan perubahan iklim mikro di Candi Borobudur.*
- (ii) Masalah permukaan monumen masih memiliki suatu masalah konservasi Candi Borobudur yang belum terpecahkan. Masalah ini telah dilaporkan menjadi lebih buruk karena perubahan lingkungan yang disebabkan oleh pengelolaan zona perlindungan yang tidak semestinya. Tindakan lokal*

terhadap batu tidak efektif, dan tampaknya pengendalian lingkungan yang baik adalah satu-satunya solusi jangka panjang yang layak untuk mengendalikan polusi dan iklim mikro monumen. Kontrol lingkungan yang ada berasal dari pembentukan cincin konsentris zona pelindung, masing-masing dengan tingkat perkembangan. Zona 1 merupakan zona tertinggi, namun zona ini dilaporkan tidak memadai, dan terjadi perubahan lingkungan mikro yang disebabkan oleh perkembangan yang terjadi di zona pelindung konsentris dari properti yang memberi dampak negatif pada propertinya.

(iii) *Mengenai kelemahan dalam mekanisme pengelolaan yang ada:*

- a. Di Zona 1, zona perlindungan tertinggi yang berada tepat di sekitar monumen itu sendiri, di mana tidak ada pembangunan jenis apa pun yang diizinkan, Departemen Arkeologi telah membersihkan pepohonan, semak belukar dan rumput dan sedang dalam proses membangun tempat parkir beraspal untuk VIP, yang bisa menampung 50-100 kendaraan. Pembangunan area beraspal besar di dekat monumen tersebut merupakan kontributor utama kenaikan suhu, dan gradien suhu di dalam iklim mikro monumen.*
- b. Di Zona 2, zona dukungan manajemen situs, yang berada di bawah pengelolaan kontrak oleh perusahaan manajemen swasta yang dibuat untuk tujuan mengelola pariwisata di lokasi, jumlah pedagang dibiarkan untuk tumbuh tidak terkendali dari rencana semula 70 kios sampai kira-kira tahun 2000. Hal ini menyebabkan kepadatan penduduk, polusi limbah padat, dan gesekan sosial di kalangan pedagang yang bersaing*

secara agresif untuk mendapat perhatian pengunjung. Selain itu, kapasitas tempat parkir kendaraan telah sangat terlampaui, dengan akibat berkerumun di area parkir yang ditunjuk, dan tumpahan yang tidak diatur ke bagian lain Zona 2 dan 3, sehingga menyebabkan peningkatan keseluruhan pada polusi dan suhu udara.

- c. Di Zona 3, zona pengembangan komersial, berbagai proposal diusulkan oleh pemerintah daerah, yang bertanggung jawab atas pengelolaan kawasan ini, untuk mengembangkan kawasan ini dengan kompleks perbelanjaan dan fasilitas wisata komersial lainnya. Namun, kawasan ini juga berfungsi sebagai penyangga lingkungan dan visual yang melindungi monumen utama itu sendiri. Apalagi penelitian terbaru telah mengkonfirmasi adanya sumber daya arkeologi di kawasan ini, terutama di kawasan sekitar Bukit Dagi. Rencana yang sekarang diusulkan untuk kompleks perbelanjaan di Zona 3 tidak mempertimbangkan secara memadai kebutuhan konservasi dari properti Warisan Dunia, namun menggarisbawahi perkembangan komersialnya. Dengan mempertimbangkan keinginan untuk pengembangan komersial skala besar di wilayah tersebut untuk memberi manfaat ekonomi bagi penduduk sekitar, dan juga mempertimbangkan perlunya mengendalikan kegiatan komersial informal yang sekarang ada di pintu masuk lokasi, misi UNESCO-ICOMOS mencatat bahwa solusi yang terbaik adalah untuk mencegah pedagang berkeliling mengelilingi properti, dan mengembangkan pasar yang ada di permukiman timur mon-*

umen utama sepanjang sumbu jalan menuju Candi Pawon dan Candi Mendut.

- d. Zona 4 atau 5 merupakan zona pelindung namun sebenarnya tidak mendapat manfaat dari pengendalian manajemen, yang menambah tantangan perlindungan warisan budaya dan lingkungan. Penelitian terbaru telah mengungkapkan bahwa pembangunan mandala monumen utama mengikuti desain lansekap sampai pedesaan sekitarnya dan termasuk gunung berapi keramat kuno, Merapi, terletak di sumbu monumen timur-barat.*

(iv) Kurangnya presentasi dan interpretasi nilai-nilai Warisan Dunia yang kurang baik terhadap pengunjung. Saat ini, tidak ada papan nama, materi informasi tercetak, kehadiran panduan properti yang jelas, atau indikasi karakter suci properti. Ketidadaan penafsiran nilai-nilai warisan situs ini memperkuat pandangan pengunjung, pedagang, dan pengambil keputusan lokal bahwa nilai properti terletak pada rekreasi dan perdagangan. Namun, Menteri Kebudayaan dan Pariwisata Indonesia sangat menyadari masalah ini dan telah mengusulkan rencana pembangunan jangka panjang baru untuk situs yang berfokus pada nilai warisan budaya tak-benda di situs ini melalui pendidikan, seni pertunjukan dan pengembangan budaya yang sesuai.

Berdasarkan dokumen tersebut UNESCO mengelompokkan permasalahan yang terjadi menjadi beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi properti pada tahun 2003 tersebut secara umum adalah sebagai berikut :

1. Pembangunan sarana komersial
2. Dampak pariwisata/ pengunjung/ rekreasi

3. Fasilitas interpretatif dan kunjungan
4. Sistem manajemen/ rencana manajemen

B. Monitoring Reaktif tahun 2006

Monitoring reaktif tahun 2003 sebagaimana dijelaskan di atas, memberikan sejumlah rekomendasi yang harus dilaksanakan. Pelaksanaan rekomendasi tersebut perlu dievaluasi, sehingga kemudian dilaksanakan monitoring reaktif kembali pada tahun 2006. Berdasarkan rekomendasi terdahulu, maka laporan misi tersebut menyoroti sejumlah isu konservasi dan manajemen yang secara khusus berfokus pada kebutuhan untuk:

- Memperkuat mekanisme pengelolaan dan kontrol hukum untuk situs dan pengaturannya;
- Mengatur dan mengendalikan kegiatan komersial;
- Memperbaiki pengelolaan pengunjung; dan
- Mengidentifikasi cara yang tepat untuk memastikan bahwa properti Warisan Dunia berkontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan kawasan Borobudur.

Komite Warisan Dunia mengkaji tanggapan oleh pemerintah mengenai keadaan konservasi Borobudur selama tiga tahun (2003 – 2005), memberikan rekomendasi khusus untuk mengurangi dampak negatif dari proposal pengembangan. Lebih penting lagi, Komite sangat mendorong pemerintah untuk mengembangkan sistem manajemen yang tepat di lokasi tersebut dengan memperkuat koordinasi di antara berbagai institusi manajemen yang terkait, dan menetapkan kerangka peraturan yang diperlukan, serta kemungkinan mempertimbangkan amandemen terhadap batas zona di sekitar lokasi

Secara khusus, Komite mengharapkan klarifikasi mengenai isu-isu berikut:

1. Konfirmasi bahwa tidak ada pembangunan jalan raya yang diperbolehkan di zona 1, 2 dan 3 Borobudur; bahwa tidak ada kompleks komersial utama yang akan dibangun di dalam zona pelindung 1 sampai 5 seperti yang didefinisikan dalam peraturan yang diterapkan pada properti; dan bahwa pintu masuk dan pusat perbelanjaan baru yang diusulkan (Jagad Jawa) di Zona 3 tidak akan dibangun;
2. Status pengembangan Rencana Pengelolaan Pengunjung yang komprehensif;
3. Kerangka kelembagaan yang ada untuk pengelolaan properti, dengan memberikan perhatian khusus pada mekanisme untuk memastikan koordinasi yang sesuai antara semua pihak terkait.
4. Strategi yang dikembangkan untuk pembangunan berkelanjutan di kawasan sekitar properti warisan dunia Borobudur, yang secara khusus menguraikan karakteristik pendekatan “Mandala” yang diusulkan dan implikasi operasionalnya.

Laporan tersebut cukup lengkap dan panjang, ringkasan dari laporan tersebut adalah sebagai berikut :

Ringkasan Eksekutif Laporan Monitoring Reaktif tahun 2006

Misi yang dilaksanakan atas permintaan Komite WH (Keputusan 29 COM 7B.53) tersebut menilai keadaan konservasi properti Warisan Dunia dari Komplek Candi Borobudur, di Indonesia, dengan perhatian khusus pada isu-isu yang berkaitan dengan keseluruhan warisan dan pengelolaan pariwisata wilayah setempat, dan status proposal pemba-

ngunan awal untuk jalan, pusat perbelanjaan dan kawasan ritel (Jagad Jawa).

Misi tersebut menemukan bahwa semua usulan proyek pembangunan tampaknya dihentikan, seperti yang diminta oleh Komite. Pada saat yang sama, tampak bahwa masalah mendasar (yaitu kurangnya visi, kerangka kelembagaan yang lemah dan tidak adanya peraturan yang jelas) masih ada, seperti yang ditunjukkan oleh proposal kontroversial baru (jalan komersial) yang dipresentasikan ke misi tersebut. Tidak ada Rencana Pengelolaan Pengunjung Formal yang disiapkan, namun beberapa langkah nyata untuk memperbaiki pengelolaan pengunjung di lapangan telah dilakukan sejak tahun 2003.

Misi tersebut mengakui usaha dan komitmen besar yang ditunjukkan oleh semua aktor yang berbeda secara individu, namun juga mencatat kurangnya koordinasi kelembagaan, disertai dengan kebijakan dan prosedur formal yang jelas yang dipandu oleh satu visi yang disepakati untuk situs ini. Situasi ini mengganggu efektivitas pengelolaan untuk konservasi warisan dunia, hal ini menjelaskan poin permasalahan lain yang diangkat oleh Komite WH, yaitu penguatan koordinasi kelembagaan dan pengembangan strategi efektif untuk pembangunan berkelanjutan kawasan Borobudur. Sedikit kemajuan tampaknya yang telah dibuat. Ada kebutuhan untuk reformasi sistem manajemen untuk memastikan koherensi yang lebih kuat untuk perlindungan pengaturan warisan dunia yang lebih luas, dan kerangka peraturan dan perencanaan yang lebih efektif bagi pihak berwenang yang terkait pengelolaan properti dan zona penyangganya.

Seperti ditekankan oleh laporan Misi Pemantauan Reaktif tahun 2003, candi Borobudur tidak dapat dilihat sebagai monumen yang terisolasi dari konteksnya. Sementara berkas nominasi tahun 1991 mengacu pada nilai artistik dan sejarah dari candi, nampak bahwa Nilai Universal Luar Biasa (yaitu statemen utama untuk terdaftar sebagai warisan

dunia) juga bergantung pada hubungan luar biasa antara monumen dan konteks/lingkungannya. Hal yang terakhir ini berisiko serius kehilangan integritasnya jika langkah mendesak tidak dilakukan.

Perlindungan terhadap pengaturan ini tidak hanya penting untuk menjaga nilai Universal Outstanding dari properti warisan dunia, namun juga untuk pembangunan berkelanjutan masyarakat lokal jangka panjang. Pengembangan kawasan Borobudur, memang harus dibangun berdasarkan nilai penting warisan yang luar biasa dan oleh karena itu berinvestasi dalam menjaga kualitas lingkungan setinggi mungkin sebagai karakter spesifik dan unik merupakan aset bagi generasi masa depan. Masyarakat lokal dan pejabat pemerintah daerah harus diberi tahu tentang karakter khusus wilayah mereka, batasan dan keuntungan yang mungkin melibatkan, dan makna Warisan Dunia ini.

Mengenai isu konservasi batu, Misi merasa bahwa hasil dari program pemantauan/ monitoring yang dilakukan oleh otoritas nasional merupakan peringatan yang jelas bahwa ada sesuatu yang tidak berjalan dengan baik. Pelestarian relief batu Candi Borobudur sama pentingnya dari sudut pandang warisan budaya sebagai setting Candi.

Ringkasan Rekomendasi Utama

- Kerangka Hukum dan Kelembagaan

- *Meninjau Keputusan Presiden tahun 1992 dan menetapkan manajemen pengelolaan yang tunggal, tergabung untuk zona 1 dan 2; meninjau batas zona 3 (termasuk zona 4 dan 5 dari Rencana Induk JICA); dan mengembangkan kerangka peraturan & perencanaan yang sesuai;*
- *Mengembangkan Rencana Pengelolaan untuk properti Warisan*

Dunia Borobudur, berdasarkan pada prinsip perencanaan lokasi Rencana Induk JICA.

- *Pengelolaan kegiatan komersial*

- *Setiap pengembangan yang diusulkan untuk situs Jagad Jawa sebelumnya harus mandiri dan tidak memerlukan koneksi fungsional langsung dengan pintu masuk situs yang ada;*
- *Jangan melaksanakan rencana pengembangan jalan komersial di sepanjang tepi utara zona- 2. Sebaliknya, pertahankan tata letak saat ini seperti yang diusulkan oleh Master Plan JICA;*
- *Meningkatkan kualitas dan tampilan infrastruktur yang ada dimana pedagang berada, dengan mengurangi jangkauan dan mengendalikannya sehingga terhindar dari tumpah di seluruh zona;*
- *Upgrade desain perkotaan, fasad dan infrastruktur jalan dan alun-alun yang mengarah ke lokasi, dimana desa yang ada berkembang dengan cara yang kacau.*

- *Konservasi Batu*

- *Mengembangkan dan melakukan program pemantauan diagnostik untuk mengidentifikasi penyebab tingkat kerusakan batu saat ini;*
- *Mengadakan pertemuan ahli internasional konservasi batu untuk meninjau hasil dan mendiskusikan pilihan tindakan di masa mendatang.*

- Manajemen Pengunjung dan perlindungan terhadap visual lansekap yang lebih luas

Ringkasan laporan monitoring reaktif tahun 2006 tersebut telah menyebutkan berbagai upaya positif untuk meningkatkan kelestarian situs sesuai dengan arahan dari rekomendasi monitoring reaktif tahun 2003. Beberapa rekomendasi masih diberikan pada laporan monitoring reaktif tahun 2006 ini, namun pelaporan pelaksanaannya dilakukan pada laporan *state of conservation* dan bukan monitoring reaktif lagi. Hal ini mengindikasikan bahwa pada tahun 2006 tersebut telah terlihat adanya upaya yang terarah untuk membawa Borobudur “lepas” dari kondisi yang mengancam nilai penting (OUV).

Rekomendasi monitoring reaktif tahun 2006 masih harus ditindaklanjuti secara sungguh-sungguh karena pelaksanaan dari rekomendasi tersebut akan terus dipantau oleh UNESCO. Pemantauan dilaksanakan pada sidang komite warisan dunia (*WH Committee*), yaitu dengan mengevaluasi laporan *state of conservation*. Laporan monitoring reaktif tahun 2006 yang tidak dilanjutkan dengan monitoring reaktif berikutnya bukan berarti Borobudur telah terbebas sepenuhnya dari pengawasan, justru sebaliknya pengawasan masih terus dilakukan dengan mekanisme pelaporan yang lain. Laporan *state of conservation* (kondisi keterawatan) Borobudur terus dilakukan sesuai dengan rekomendasi *WH Committee*. Rekomendasi yang harus dilaksanakan dan dilaporkan, dapat diperoleh dari dokumen keputusan sidang *world heritage committee* yang bersidang setiap tahun. Rekomendasi yang diberikan pada umumnya harus dilaksanakan dan dilaporkan dua tahun setelah dokumen keputusan dikeluarkan. Setelah dua tahun tersebut akan dievaluasi dan akan muncul rekomendasi lebih lanjut jika masih terdapat hal-hal yang perlu diperbaiki. Upaya perbaikan secara berkelanjutan melalui rekomendasi sidang tersebut diharapkan dapat meningkatkan kondisi situs hingga tidak ada rekomendasi lagi.

III. Laporan *State of Conservation*

Pada dasarnya laporan *state of conservation* dan monitoring reaktif adalah dua hal yang berbeda, namun sama-sama sebagai metode komite warisan dunia untuk memonitor properti. Monitoring reaktif sebagai mekanisme berjenjang bagi properti yang mengalami potensi ancaman menurunnya OUV, sehingga bisa mengarah pada penetapan situs dalam bahaya atau lebih lanjut penghapusan. Sedangkan laporan *state of conservation* merupakan rekomendasi dari komite warisan dunia agar pengelolaan warisan dunia semakin baik. *State of conservation* akan menyoroti beberapa aspek dari warisan dunia dan beberapa rekomendasi yang perlu dilaksanakan dan dilaporkan pada sidang komite warisan dunia.

Borobudur mendapatkan cukup banyak rekomendasi *state of conservation* mulai dari tahun 2003 hingga 2009. Banyaknya rekomendasi tersebut sejalan dengan kondisi Borobudur yang berada dalam pengawasan monitoring reaktif. Rekomendasi semakin berkurang dengan pelaksanaan rekomendasi dan pelaporan yang dinilai baik oleh komite warisan dunia. Hal-hal yang masuk catatan komite warisan dunia dalam laporan *state of conservation* secara ringkas dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel. Catatan dan Rekomendasi dalam *State of Conservation* Warisan Dunia Borobudur

Tahun/ Dokumen	Aspek	Isi / Rekomendasi
2003 / WHC-03/ 27COM 7B	Legal/ Manajemen	Penguatan hukum pada pengelolaan dan pengaturan pembangunan di kawasan
	Zonasi	Mengevaluasi batas zona, mempertimbangkan konsep mandala
	Pembangunan	- Menghilangkan tempat parkir zona 1 atas - Meminimalkan akses kendaraan ke zona 1 dan mengurangi parkir zona 2 - Mencegah pembangunan jalan raya baru di zona 3 - Memperhatikan dampak negatif setiap pembangunan di kawasan lindung
	Kegiatan ekonomi	- Mengatur dan membatasi pedagang informal di zona 2 - Melakukan kajian sosio-ekonomi dan membuat rencana strategis pengembangan ekonomi yang berkaitan dengan tradisi budaya di kawasan.
	Visitor manajemen	- Mendorong untuk peningkatan interpretasi bagi pengunjung, dengan memberi penekanan pada budaya lokal, nilai intangible, artistik, spiritual sebagai warisan dunia. - Menyusun pedoman <i>visitor management</i> yang meningkatkan pengalaman budaya dan pembelajaran terhadap situs.
2004 / WHC-04/ 28.COM/15B	Manajemen	- Pelibatan masyarakat lokal dalam pengelolaan dan penyajian
	Zonasi	- Berkonsultasi dengan <i>World Heritage Centre</i> dan <i>Advisory Body</i> dalam melakukan penelitian batas zona
	Pembangunan	- Membatalkan pembangunan jalan raya di zona 1-3, meskipun peningkatan jalan masih diperbolehkan - Mendukung untuk tidak menyetujui pembangunan sarana pedagang (proyek jagad jawa)
	Perencanaan	Menyusun rencana strategi pengelolaan dan pengembangan jangka panjang, yang meliputi : - Mekanisme koordinasi antara lembaga-lembaga pengelola serta otoritas pusat, untuk kondisi saat ini dan yang direncanakan. - Rencana <i>visitor management</i> yang mempertimbangkan dampak tekanan pengunjung yang tinggi. - Rencana strategi jangka menengah dan panjang untuk pembangunan berkelanjutan dari properti, termasuk berkonsultasi masyarakat lokal dan pedagang.
2006 / WHC-06/ 30.COM/7B	Manajemen	Meminta untuk review kerangka kerja institusional untuk perlindungan dan pengelolaan properti warisan dunia dan kawasan, yang meliputi : - Revisi Keputusan Presiden melalui konsultasi dengan berbagai pihak

		- Mengembangkan rencana detail peningkatan area masuk yang memadai. - Meningkatkan interpretasi museum situs dan museum kapal. - Mengembangkan program monitoring untuk diagnostik yang spesifik sebagai identifikasi penyebab peningkatan laju pelapukan batu candi.
	Pembangunan	- Mendukung otoritas nasional yang telah membatalkan proyek jalan raya, dan meminta untuk tidak melanjutkan rencana pembangunan shopping street. - Meminta untuk dilakukan penelitian dampak adanya pabrik pencampuran aspal, untuk memutuskan memindah atau memitigasi risikonya.
2007 / WHC-07/ 31.COM/7B	Legal / Manajemen	- Melanjutkan upaya revisi kerangka kerja legal dan institusional untuk perlindungan dan pengelolaan warisan dunia Borobudur dan kawasan sekitarnya. - Mengelaborasi penyusunan Keputusan Presiden yang baru melalui konsultasi dengan semua pihak.
	Konservasi	- Menghentikan praktek yang tampak menimbulkan dampak negatif pada batu candi, penggunaan epoksi resin, steam cleaning, dan water repellent - Melanjutkan monitoring dan aktivitas penelitian bekerjasama dengan <i>world heritage centre</i>, untuk menggabungkan strategi konservasi/restorasi dalam manajemen plan.
2009 / WHC-09/33.COM/7B	Manajemen	- Mendukung upaya untuk revisi kerangka kerja institusional untuk perlindungan dan pengelolaan, serta mendorong untuk melanjutkan penyusunan Keputusan Presiden yang baru, dan update masterplan. - Update statement <i>Outstanding Universal Value</i> melalui konsultasi dengan world heritage centre dan advisory body. - Menyusun <i>management plan</i> berbasis OUV, dengan mengintegrasikan <i>visitor management</i> dan pengembangan masyarakat.
	Konservasi	- Menghentikan praktek yang berdampak negatif bagi batu candi. - Melanjutkan monitoring, penelitian dan pengujian, untuk menemukan pengganti epoksi resin. - Mengajukan asistensi ahli internasional untuk mengembangkan protokol bagi konservasi batu jangka panjang.

Berbagai catatan dan rekomendasi yang diuraikan di atas, telah dilaksanakan dan dilaporkan kepada komite warisan dunia. Untuk dapat melaporkan secara baik, maka berbagai program dan kegiatan telah dilaksanakan secara terencana dan konsisten. Kegiatan terutama diampu oleh Balai Konservasi Borobudur sebagai unit pelaksana teknis di lapangan di bawah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, yang merupakan kementerian yang ditunjuk oleh *state party* (pemerintah) sebagai pengelola warisan dunia.

IV. Respon terhadap Laporan Monitoring Reaktif dan *State of Conservation*

Hasil rekomendasi monitoring reaktif dan *state of conservation* selanjutnya dilaksanakan oleh pengelola Borobudur untuk meningkatkan status kelestarian situs warisan dunia. Hasil tersebut dilaksanakan dengan berbagai kegiatan yang relevan dan menjawab permasalahan yang dihadapi. Selanjutnya secara periodik dilakukan pelaporan sebagai penjelasan atas pelaksanaan rekomendasi dan kondisi situs yang semakin membaik. Jangka waktu pelaporan umumnya adalah 2 tahun sejak terbitnya rekomendasi secara resmi. Rekomendasi secara resmi akan masuk dalam salah satu keputusan sidang *world heritage committee*, dan selanjutnya diminta membuat jawaban yang akan dibahas pada sidang komite 2 tahun setelahnya.

A. Laporan-laporan Respon

Respon yang dilakukan terhadap rekomendasi-rekomendasi yang diberikan adalah menyusun kegiatan-kegiatan secara terencana. Kegiatan-kegiatan tersebut merupakan upaya dari pengelola untuk melakukan perbaikan secara jangka pendek, menengah, dan panjang. Dampak dari kegiatan tersebut belum semuanya terlihat secara langsung, namun upaya yang dilakukan merupakan komitmen yang akan dinilai oleh komite warisan dunia. Kegiatan-kegiatan tersebut se-

cara efektif harus disampaikan kepada komite warisan dunia UNESCO melalui penyusunan laporan. Laporan-laporan tersebut yang selanjutnya akan dibahas dalam sidang tahunan komite warisan dunia.

1. Laporan jawaban monitoring reaktif

Laporan sebagai jawaban atas monitoring reaktif telah dilakukan sesuai dengan jangka waktu yang disebutkan dalam rekomendasi. Rekomendasi tahun 2003 mencantumkan permintaan agar dikirimkan laporan 2 tahun setelahnya, yaitu tahun 2005. Masa 2 tahun dianggap cukup untuk memantau pelaksanaan rekomendasi, dengan memperhatikan komitmen dan capaian pelaksanaannya. Laporan yang disampaikan dinilai cukup baik karena telah memperlihatkan komitmen untuk melakukan perbaikan, misalnya upaya untuk membatalkan proyek infrastruktur yang dinilai mengancam.

Satu tahun setelah laporan tersebut maka dilakukan monitoring reaktif berikutnya, yaitu pada tahun 2006. Monitoring reaktif tahun 2006 tersebut memiliki misi pokok untuk mengevaluasi pelaksanaan rekomendasi tahun 2003 telah dilaksanakan, serta melihat progres perbaikan yang telah dilakukan. Laporan monitoring reaktif tersebut didasarkan pada laporan respon yang telah disusun 2005 dan pemantauan secara langsung oleh tim yang dibentuk.

Laporan monitoring reaktif tahun 2006 cukup positif karena telah melihat komitmen untuk melakukan perbaikan, serta arah tindakan yang sesuai. Selanjutnya masih dilakukan laporan respon dari monitoring reaktif tahun 2006 tersebut untuk menyajikan data progres pelaksanaan rekomendasi lebih lanjut. Laporan tersebut disusun pada tahun 2008 dan dilaporkan kepada komite warisan dunia.

2. Laporan *state of conservation*

Laporan *state of conservation* berbeda dan terpisah dari laporan respon monitoring reaktif. Laporan *state of conservation* ini menjawab rekomendasi yang disampaikan dalam dokumen keputusan sidang komite warisan dunia, untuk situs-situs yang dibahas. Karena merupakan jawaban atas rekomendasi, maka isi laporan berupa kegiatan-kegiatan untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam rekomendasi tersebut. Laporan *state of conservation* juga disusun 2 tahun setelah rekomendasi diberikan.

3. Laporan periodik

Laporan periodik dilakukan setiap 6 tahun sekali untuk semua situs yang ada dalam daftar warisan dunia. Laporan periodik merupakan mekanisme pamantauan yang umum dari komite warisan dunia. Laporan tersebut dibahas dalam sidang tahunan komite warisan dunia. Sistematika laporan periodik pada awalnya belum standar dan berupa dokumen laporan yang cukup panjang, menjelaskan kondisi situs, faktor-faktor ancaman, dan upaya pengelolaannya. Mulai tahun 2013 laporan periodik disederhanakan penyusunannya melalui pengisian kuisioner. Bentuk pelaporan berupa pengisian borang (*form filling dialogue*) yang tersedia secara on line oleh state party dan manajer situs.

Laporan periodik Borobudur terakhir disampaikan pada tahun 2013, sebelumnya tahun 2007 juga telah melakukan pelaporan. Secara prinsip laporan periodik terpisah dan tidak memiliki kaitan dengan laporan monitoring reaktif. Namun karena laporan pada tahun 2007 tersebut mencakup periode Borobudur dalam monitoring reaktif, maka beberapa permasalahan dan kegiatan yang dilaporkan juga saling berkaitan.

B. Beberapa Kegiatan Pokok

Cukup banyak kegiatan yang dilaksanakan dalam rangka meningkatkan status warisan dunia Borobudur. Berbagai kegiatan tersebut menjadi jawaban atas rekomendasi dan upaya peningkatan pelestarian yang lebih baik. Dalam bagian ini akan diuraikan beberapa kegiatan pokok yang menonjol dalam rangka peningkatan status kelestarian Borobudur pada periode monitoring reaktif hingga pelaporan *state of conservation*.

1. Pembatalan proyek *shopping street* “Jagad Jawa” dan jalan raya baru

Proyek jagad jawa merupakan sorotan utama dari pembangunan infrastruktur di sekitar Candi Borobudur yang dinilai mengancam kelestarian. Proyek ini merencanakan pembangunan sebuah plaza yang menghubungkan area parkir di sebelah barat candi dengan pintu masuk candi di sebelah utara. Konsepnya yang berupa bangunan modern akan mengganggu pandangan serta nilai Borobudur sebagai bangunan tradisional. Setelah masukan dari berbagai pihak serta sorotan UNESCO, maka proyek ini dibatalkan.

Pembatalan proyek ini dipandang positif dan dipuji sebagai upaya serius dari pemerintah untuk tetap menjaga kelestarian Borobudur dan sekitarnya. Bersamaan dengan pembatalan proyek ini, juga dilakukan pembatalan proyek jalan raya yang berada dekat dengan kawasan Borobudur. Pembatalan kedua proyek ini merupakan poin utama pengakuan dari UNESCO atas usaha serius pemerintah dalam menjalankan hasil monitoring reaktif.

2. Penolakan izin pabrik pencampuran aspal yang telah berdiri

Pabrik pengolahan aspal pada awalnya berdiri di Desa Kembanglimus yang masuk dalam zona 3, berjarak sekitar 10 km dari pusat can-

di. Melihat kondisi tersebut maka selanjutnya dilakukan kajian dampak negatif-nya terhadap kelestarian candi. Dari hasil kajian yang dilakukan dapat disimpulkan adanya potensi dampak negatif yang berasal dari proses pembakaran. Asap hasil pembakaran mengandung gas-gas berbahaya antara lain nitrogen dioksida dan sulfur dioksida yang dapat menyebabkan hujan asam. Jarak antara pabrik dengan candi cukup dekat. Hal tersebut semakin berbahaya karena data pemantauan cuaca menunjukkan arah angin yang dominan mengarah ke candi.

Berdasarkan hasil kajian tersebut maka pengajuan ijin pendirian pabrik tersebut ditolak oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Magelang. Pihak pengusaha sempat mengajukan gugatan perdata namun kalah di persidangan. Selanjutnya pabrik tersebut tidak dilanjutkan dan lokasinya berpindah ke lokasi lain yang jauh dari Candi Borobudur.

3. Penataan ruang kawasan

Penataan ruang di kawasan Borobudur mendapatkan dukungan yang kuat dengan ditetapkannya kawasan Borobudur sebagai Kawasan Strategis Nasional (KSN). KSN merupakan instrumen perlindungan kawasan yang cukup efektif dan kuat secara hukum karena didasarkan pada Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, dan Peraturan Pemerintah Nomor 26 tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Nasional. Selanjutnya untuk masing-masing kawasan ditetapkan dengan Peraturan Presiden (Perpres). Di dalam Peraturan Pemerintah sudah disebutkan bahwa Borobudur masuk sebagai salah satu Kawasan Strategis Nasional yang pengendalian ruangnya diprioritaskan.

Operasional KSN tersebut selanjutnya dijabarkan dalam Peraturan Presiden yang disusun berdasarkan kajian yang telah dilakukan. Kawasan Strategis Nasional Borobudur telah ditetapkan dengan Peraturan Presiden Nomor 58 tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Borobudur dan Sekitarnya. Peraturan Presiden tersebut sudah cukup

komprehensif, mencakup rencana struktur ruang, rencana pola ruang, indikasi program arahan pemanfaatan, dan peraturan zonasi. Dengan adanya penetapan KSN ini maka diharapkan pengelolaan Borobudur dan kawasannya akan semakin baik ke depannya.

4. Kajian pengelolaan terpadu

Salah satu rekomendasi yang pernah disebutkan dalam dokumen state of conservation adalah dibentuknya lembaga pengelola yang terpadu. Untuk menjawab rekomendasi tersebut maka dilakukan kajian/ penelitian untuk merumuskan model pengelolaan baru yang diusulkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan data yang dijadikan dasar justifikasi perumusan model pengelolaan. Penelitian yang dilakukan meliputi :

- a. Kajian Potensi Ekosistem Kawasan Borobudur
- b. Kajian Pengembangan Objek Wisata Alternatif di Kawasan Borobudur
- c. Kajian Sosial Budaya Kawasan Borobudur
- d. Kajian Peran Pemerintah dan Masyarakat dalam Pengembangan Kawasan Borobudur
- e. Study Kelayakan Organisasi Pengelola Kawasan Borobudur
- f. Kajian Manajemen Terpadu Kawasan Borobudur

5. Pelaksanaan *expert meeting*

Expert meeting merupakan agenda 5 tahunan yang dilaksanakan sejak berakhirnya proyek pemugaran Borobudur. *Expert meeting* yang dilaksanakan pada 2003 mengungkap cukup banyak permasalahan dan juga solusi yang diberikan. Ahli-ahli yang didatangkan berlatar belakang berbagai bidang yang bervariasi sesuai dengan tema-tema yang diang-

kat. *Expert meeting* selanjutnya dilaksanakan 5 tahun setelahnya, yaitu tahun 2008. *Expert meeting* tahun 2008 ini dilaksanakan secara sendiri oleh Pemerintah Indonesia dalam hal ini oleh Balai Konservasi Borobudur, sedangkan sebelumnya bekerjasama dengan UNESCO.

Hasil-hasil *expert meeting* ini menjadi catatan bagi pengelola untuk meningkatkan pengelolaan Borobudur dengan lebih baik. Hasil-hasil tersebut juga dipandang sebagai upaya serius dari pemerintah untuk menyelesaikan berbagai permasalahan. Secara teknis juga akan menyampaikan hasil-hasil kegiatan yang diarahkan untuk melaksanakan rekomendasi monitoring UNESCO dan state of conservation.

6. Penataan lingkungan zona 1 dan peningkatan sarana informasi

Penataan lingkungan zona 1 dan peningkatan sarana informasi merupakan aspek yang beberapa kali disorot dalam dokumen state of conservation. Oleh karena itu telah dilaksanakan kegiatan-kegiatan yang relevan antara lain :

- Pengurangan area parkir di zona 1 atas, dan mengganti dengan titik drop off.
- Penataan taman
- Pemindahan pos jaga satpam yang sangat dekat dengan candi
- Penambahan papan informasi
- Penambahan rambu di candi dan halaman

7. Penataan lingkungan zona 2 dan peningkatan pengelolaan museum

Penataan lingkungan zona 2 meliputi peningkatan taman, penataan pedagang, dan pembangunan gerbang masuk dan tiket yang lebih baik. Pengelolaan museum juga ditingkatkan, terutama dengan

melakukan penataan koleksi dan lingkungan museum. Interpretasi museum sebagai pendukung situs juga telah dilakukan pada museum Karmawibangga yang saat ini bernama Museum Borobudur. Demikian juga dengan penataan museum kapal Samudera Raksasa untuk memberikan kaitan museum tersebut dengan Borobudur.

8. *Visitor management*

Pengunjung Borobudur terus meningkat dari waktu ke waktu. Pengelolaan pengunjung saat ini menjadi permasalahan karena jumlahnya yang sangat banyak, apalagi saat musim libur. Berbagai kegiatan yang berkaitan dengan visitor manajemen telah dilakukan, antara lain :

- Kajian daya dukung (*Carrying capacity*) Borobudur dan halaman
- Kajian *Visitor Management*
- Penambahan *signage* serta papan petunjuk dan larangan
- Kajian pembatasan pengunjung
- Kajian pelapis tangga untuk melindungi keausan
- Kajian pembuatan sandal khusus di Borobudur

9. Asistensi dari ahli konservasi internasional

Asistensi dari ahli internasional sebagai salah satu rekomendasi state of conservation juga telah dilaksanakan di Borobudur. Asistensi ahli pertama setelah monitoring reaktif adalah oleh ahli yang didatangkan oleh UNESCO dari Italia, yaitu Prof. Costantino Meucci. Misi tersebut berlangsung pada tahun 2007 sebanyak 2 kali, untuk melakukan analisis dan memberikan masukan berupa beberapa teknik konservasi yang sesuai. Setelah misi tersebut selanjutnya berlangsung beberapa kali kerjasama internasional, antara lain dengan NRICP Tokyo dan Universitas Tsukuba.

Setelah terjadi bencana erupsi gunungapi Merapi pada tahun 2010, maka berbagai misi internasional telah dilaksanakan untuk membantu mengatasi dampak pasca bencana. Misi internasional tersebut melibatkan cukup banyak ahli dari beberapa negara. Misi paling panjang adalah dari Jerman yang dipimpin oleh Prof. Hans Leissen yang berlangsung dari tahun 2012-2017. Sedangkan ahli lainnya adalah dari Amerika (Prof. Glenn Boornazian) dan Jepang (Dr. Ichita Shimoda).

10. Pelaksanaan konservasi batu candi yang efektif dan minim dampak negatif

Konservasi batu sebelumnya mendapatkan sorotan karena data monitoring menunjukkan peningkatan pelapukan yang cukup tinggi. Oleh karena itu dilakukan berbagai perubahan pelaksanaan konservasi yang lebih aman. Langkah pertama yang dilakukan adalah memperbaiki sistem monitoringnya, sehingga dapat diperoleh data yang valid dan dapat menjadi acuan pelaksanaan konservasi.

Beberapa tindakan perbaikan pelaksanaan konservasi yang dilakukan antara lain :

- Menghentikan penggunaan bahan penolak air (*water repellent*)
- Menghentikan penggunaan bahan kimia anti lumut dan melakukan pembersihan dengan cara manual
- Membatasi penggunaan alat penyemprot air bertekanan
- Membatasi penggunaan epoksi resin dan melakukan penelitian untuk mencari bahan penggantinya
- Mengembangkan bahan mortar untuk pengisi celah batu

11. Peningkatan kapasitas tenaga teknis

Berbagai pelatihan tenaga teknis telah dilaksanakan untuk berb-

agai bidang keahlian. Bimbingan teknis konservasi dan pemugaran telah dilaksanakan untuk tingkat dasar, menengah, dan lanjut/tinggi. Selain itu juga dilaksanakan bimbingan teknis khusus, antara lain dokumentasi, laboratorium, konservasi koleksi, pengamanan, pengelolaan warisan dunia, pemandu, dan lain-lain. Bimbingan teknis tidak hanya untuk staf Balai Konservasi Borobudur namun juga untuk tenaga pelestari dari institusi lainnya dan masyarakat yang membutuhkan.

12. Pendidikan dan pelibatan masyarakat

Pelibatan masyarakat termasuk salah satu upaya penting dalam pelestarian karena kelestarian situs yang berkelanjutan membutuhkan dukungan masyarakat. Selain itu keberadaan situs juga harus memberikan manfaat yang nyata bagi masyarakat sekitar. Berbagai bentuk pembinaan telah dilaksanakan baik yang berupa sosialisasi langsung kepada masyarakat dan pelajar, namun juga melalui berbagai kegiatan yang melibatkan organisasi kepemudaan dan kemasyarakatan. Pelibatan masyarakat dalam pelestarian yang paling besar adalah pada saat pelaksanaan kegiatan pasca bencana erupsi Merapi. Masyarakat berperan langsung dalam pembersihan, sehingga proses pemulihan pasca bencana dapat berjalan dengan lebih cepat.

13. Penyusunan *statement OUV* dan update peta

Penyusunan ulang *statement Outstanding Universal Value* merupakan permintaan dari UNESCO karena pada saat dinominasikan tahun 1991 Borobudur belum memiliki statemen OUV. Penyusunan statemen yang baru telah dilaksanakan dan telah disetujui oleh komite warisan dunia. Demikian juga dengan peta yang saat dinominasikan masih menggunakan peta zonasi dari JICA yang terdiri atas 5 zona. Peta yang dipersyaratkan oleh UNESCO adalah mencakup luas zona yang pasti, terdiri atas zona inti dan zona penyangga. Peta baru yang mencakup dua zona untuk Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi

Pawon telah disusun dan disetujui oleh komite warisan dunia.

v. Penutup

Kondisi Borobudur yang pernah mendapat monitoring reaktif dari UNESCO merupakan situasi yang buruk dalam perjalanannya sebagai warisan dunia. Monitoring reaktif yang merupakan langkah awal yang menentukan apakah statusnya menurun mejadi situs dalam bahaya atau tidak. Lepasnya dari monitoring reaktif merupakan usaha keras dari berbagai pihak yang bertanggung jawab pada pengelolaan warisan dunia Borobudur. Kembalinya kondisi Borobudur dari monitoring reaktif menuju kondisi “normal” merupakan keberhasilan yang patut mendapat apresiasi.

Apresiasi tersebut bukan semata-mata karena tidak lagi diawasi secara khusus, namun lebih luas lagi sebagai bentuk peningkatan pengelolaan Borobudur sebagai warisan dunia. Disadari atau tidak, monitoring reaktif yang pada saat itu dilaksanakan telah membuka kesadaran baru bagi semua pihak. Kesadaran akan status warisan dunia dan usaha untuk mengerti serta mendalami pengelolaan warisan dunia secara benar adalah manfaat lain yang kemudian muncul. Dengan monitoring reaktif tersebut pengelola menjadi tahu bahwa status warisan dunia harus diikuti dengan pengelolaan yang baik dan sesuai standar. Masyarakat juga menjadi semakin faham bahwa dengan status sebagai warisan dunia tersebut membawa konsekuensi bahwa tidak dapat melakukan berbagai hal “semaunya”, namun tetap harus mempertimbangkan aspek pelestarian bagi situs dan kawasannya.

Status warisan dunia memang membuat suatu situs menjadi milik masyarakat dunia, sehingga berbagai hal yang terjadi akan menjadi perhatian dunia. Selain faktor internal pengelolaan Borobudur saat itu yang kurang baik, faktor eksternal juga berpengaruh sehingga mendapat monitoring reaktif. Faktor eksternal yang ada terutama adanya peru-

bahan paradigma pelestarian warisan dunia oleh UNESCO. Dinamika pemikiran dan keputusan dalam memberikan arah kebijakan pengelolaan warisan dunia terus berkembang. Pada tahun 2002 di Budapest dirumuskanlah suatu kebijakan tujuan umum pengelolaan warisan dunia dengan paradigma baru. Paradigma baru tersebut secara populer disebut dengan kebijakan “4C’s”, yang terdiri atas; *Credibility, Conservation, Capacity building, and Communication*. Lebih lanjut di tahun 2007 ditambah menjadi “5C’s” dengan menambahkan *Community involvement*.

Setelah tahun 2002 tersebut dilakukan berbagai evaluasi terhadap situs-situs yang masuk dalam daftar warisan dunia. UNESCO berupaya untuk meningkatkan kredibilitas properti yang masuk dalam daftar warisan dunia. Nominasi warisan dunia baru menjadi lebih ketat untuk menjamin kredibilitas properti yang masuk, dan situs yang sudah ada dalam daftar ditingkatkan kredibilitasnya. Borobudur pada tahun 2003 dipandang kurang kredibel karena berbagai macam permasalahan pengelolaan, yang dipandang dapat mengancam *OUV* di masa yang akan datang. Monitoring reaktif secara tidak langsung merupakan cara bagi UNESCO untuk meningkatkan kredibilitas Borobudur, karena setelah mendapat rekomendasi dari monitoring reaktif akan dikelola dengan lebih baik.

Aspek konservasi, komunikasi, dan pengembangan kapasitas juga muncul dalam laporan monitoring reaktif dan rekomendasi *state of conservation*. Dalam hal konservasi, beberapa rekomendasi diberikan untuk meminimalkan tindakan yang dapat berdampak negatif bagi batu, melanjutkan monitoring, dan melakukan penelitian dengan dibantu ahli internasional. Aspek komunikasi juga cukup banyak disinggung terutama berkaitan dengan peningkatan presentasi situs dan museum bagi pengunjung. Pengembangan kapasitas juga dimasukkan dalam rekomendasi oleh UNESCO, yaitu untuk mendidik tenaga lokal serta kerjasama asistensi internasional dalam pengembangan teknik konservasi.

Pelaksanaan monitoring reaktif di Borobudur tahun 2003 dan 2006 merupakan tonggak penting dalam peningkatan pelestarian. Monitoring reaktif tersebut merupakan titik balik upaya pelestarian dari yang sebelumnya banyak masalah menjadi lebih terarah dan semakin baik. Peningkatan upaya pelestarian tidak lepas dari peningkatan kesadaran dan pemahaman semua pihak, terutama pengelola dan masyarakat yang terkait dengan situs dan kawasan Borobudur. Pengelolaan Borobudur ke depan yang semakin baik tidak akan bisa lepas dari pemahaman pengelola dan masyarakat mengenai warisan dunia, serta perubahan-perubahan arah kebijakan yang dinamis di UNESCO dalam hal ini komite warisan dunia (*world heritage committee*), dan pusat warisan dunia (*world heritage center*), beserta badan penasehatnya (*advisory body*).

PENANGANAN ISU KETERAWATAN CANDI BOROBUDUR

(Pembatasan Penggunaan Bahan Kimia dan Penanganan Kebocoran Dinding Candi Borobudur)

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Candi borobudur merupakan salah satu warisan dunia. Candi Borobudur dibangun sekitar abad 8 pada masa pemerintahan wangsa Syailendra. Terletak di Desa Borobudur, Kecamatan Borobudur, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah.

Candi Borobudur ditemukan kembali pada tahun 1814 oleh Sir Thomas Stamford Raffles, yang saat itu menjabat sebagai Gubernur Jenderal. Sejak saat itu Candi Borobudur mengalami serangkaian upaya penyelamatan dan pemugaran. Penyelamatan kembali Candi Borobudur dilakukan oleh seorang insinyur dari Belanda H.C. Cornelius atas perintah Sir Thomas Stamford Raffles. Dengan membawa pekerja sebanyak 200 orang menebang pohon dan semak belukar yang tumbuh menutupi bangunan candi. Selanjutnya penyelamatan Candi Borobudur dilanjutkan oleh Hartman, seorang pejabat pemerintahan Hindia Belanda di Keresidenan Kedu pada tahun 1835.

Kegiatan pelestarian Candi Borobudur, merupakan satu hal yang diutamakan dan diperhatikan dengan seksama, dan harus didasarkan pada kaidah-kaidah pelestarian (*state of preservation*). Kegiatan pelestarian yang dilakukan menyangkut hal-hal untuk mempertahankan kondisi struktur batu penyusun Candi Borobudur, dan dilakukan juga pada lingkungan disekitarnya, termasuk didalamnya bukit dan halaman Candi Borobudur.

Candi Borobudur merupakan percandian Buddha yang arsitekturnya terbuka (tanpa atap) dan struktur bangunannya berdiri di atas bukit, sehingga faktor lingkungan sangat mempengaruhi terhadap kelestariannya dan tidak akan mungkin terlepas dari kondisi lingkungan disekitarnya. Interaksi antara benda cagar budaya dengan lingkungannya akan terjadi secara alami dan tidak akan dapat dihentikan. Hal yang dapat dilakukan adalah menghambat proses kerusakan dan pelapukan candi dengan cara konservasi. Konservasi yang dilakukan adalah konservasi batu penyusun struktur candi dan konservasi halaman dan bukit atau lereng yang merupakan tempat berdirinya candi. Dalam rangka mempertahankan kelestarian Candi Borobudur maka Balai Konservasi Borobudur melaksanakan konservasi situs Candi Borobudur berupa struktur Candi Borobudur dengan permukaan batu dinding seluas 15.983,00 m², dan lingkungan sekitar candi yang berupa halaman dan lereng.

Pemugaran pertama Candi Borobudur dilakukan pada kurun waktu tahun 1907 dan 1911, menggunakan prinsip anastilosis dan dipimpin Theodor van Erp. Tujuh bulan pertama dihabiskan untuk menggali tanah di sekitar monumen untuk menemukan kepala buddha yang hilang dan panel batu. Van Erp membongkar dan membangun kembali tiga teras melingkar dan stupa di bagian puncak. Dalam prosesnya Van Erp menemukan banyak hal yang dapat diperbaiki. Van Erp melakukan rekonstruksi lebih lanjut.

Akibat anggaran yang terbatas, pemugaran ini hanya memusatkan perhatian pada membersihkan patung dan batu, Van Erp tidak memecahkan masalah drainase dan tata air. Dalam 15 tahun, dinding galeri miring dan relief menunjukkan retakan dan kerusakan. Van Erp menggunakan beton yang menyebabkan terbentuknya kristal garam alkali dan kalsium hidroksida yang menyebar ke seluruh bagian bangunan dan merusak batu candi. Hal ini menyebabkan masalah sehingga renovasi lebih lanjut diperlukan.



Foto 1. Proses restorasi I candi Borobudur (dok: Rep van Erp).

Sejak dipugarnya Candi Borobudur untuk yang ke-2 pada tahun (1973 – 1983) beberapa pembenahan dilakukan baik pada struktur maupun pada lingkungan disekitarnya. Mengingat kompleksnya permasalahan yang terjadi di Candi Borobudur, dalam pemugaran tahap II ini melibatkan beberapa expert dari luar negeri dan ahli-ahli dari berbagai disiplin ilmu. Para staf ahli yang terlibat antara lain ahli purbakala, mikro biologi, mekenika tanah, teknik bangunan, geologi, beton dan lain-lain. Biaya pemugaran ditanggung oleh pemerintah Indonesia dengan bantuan dari UNESCO.

Perencanaan pemugaran meliputi pembongkaran dan pemasangan batu candi, pembetonan fondasi, pembersihan serta pengawetan batu-batu candi. Sasaran pemugaran adalah empat tingkat *Rupadhatu*, sedangkan kaki candi (*Kamadhatu*) dan teras candi (*Arupadhatu*) tidak mengalami pemugaran karena keadaannya dinilai masih stabil. Kegiatan pemugaran yang dilakukan adalah memasang pelat beton bertulang yang berfungsi sebagai fondasi, pemasangan pipa-pipa beton pada tiap-tiap tingkat untuk pengaturan penyaluran air. Untuk menghambat meresapnya air dari dalam bukit ke permukaan candi, di beberapa tempat diberi lapisan kedap air dan lembaran timah

hitam. Batu-batu yang telah dibongkar sebelum dikembalikan ke tempat semula dilakukan pembersihan, perbaikan dan pengawetan.



Foto 2. Pemugaran II (1973-1983) pada struktur Candi Borobudur (dok: proyek pemugaran Borobudur).

Pembenahan struktur candi di antaranya dilakukan dengan cara pembongkaran (*dismantling*) pada pagar langkan dan lantai. Pada pagar langkan dan lantai candi dibenahi dengan membuat struktur beton penguat dan sarana drainase. Pasca pemugaran II hingga saat ini kondisi candi relatif baik dan terjaga kelestariannya. Namun demikian pada beberapa bagian, khususnya pada dinding candi yang mempunyai pahatan relief cerita, mengalami kebocoran apabila diterpa air pada bagian di atasnya. Perbaikan/pembenahan kebocoran yang terjadi telah diupayakan sejak tahun 2003, namun demikian masih ada beberapa titik kebocoran yang belum ditangani.

Faktor iklim dan cuaca merupakan faktor penting yang sangat berpengaruh terhadap kelestarian Candi Borobudur. Hal ini dikarenakan arsitektural candi yang tanpa atap, sehingga permukaan batu candi langsung berinteraksi dengan kondisi lingkungan di sekitar candi. Kondisi seperti ini memerlukan perhatian khusus yang berbeda dengan candi-candi yang lain. Berdasarkan hasil studi Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, pengaruh air pada struktur Candi Borobudur merupakan penyebab terbesar adanya kerusakan dan pelapukan pada batu candi

khususnya pada bagian permukaannya.

Lebih spesifik, salah satu penyebab kerusakan yang diakibatkan penetrasi air ke dalam struktur candi adalah adanya kebocoran pada dinding yang mempunyai pahatan relief cerita. Air yang masuk melalui nat-nat atau sela-sela batu pada struktur candi di atasnya, dapat menyebabkan pelapukan batu maupun tumbuhnya berbagai macam mikroorganisme pada permukaan batu candi. Kebocoran diakibatkan adanya kerusakan pada lapisan kedap air yang berada di bawah pagar langkan atau di atas dinding relief, dan lapisan timah yang tidak sempurna. Hal ini bisa ditangani dengan cara melakukan penanganan kebocoran. Pada prinsipnya penanganan kebocoran dilakukan dengan melakukan pembongkaran (*dismantling*) pada bagian pagar langkan. Pagar langkan yang di bongkar diasumsikan mengalami kerusakan pada lapisan kedap air dibawahnya sehingga penetrasi air masuk ke dalam struktur dan keluar melalui dinding relief dibawahnya.

Kebocoran yang terjadi pada pagar langkan candi menyebabkan air keluar dari sela-sela nat dan membasahi dinding candi. Dampak dari adanya kebocoran ini adalah terjadinya penggaraman, tumbuhnya mikroorganisme, maupun sementasi pada dinding relief candi. Selanjutnya keadaan yang demikian akan menimbulkan masalah pada batu penyusun struktur candi yang selanjutnya akan menyebabkan kerusakan dan pelapukan pada batu tersebut.

II. PENGGUNAAN BAHAN KIMIA PADA CANDI BOROBUDUR

A. Bahan Kimia Pemugaran II (1973-1983)

Penggunaan bahan kimia di Candi Borobudur diketahui pertama kali dilakukan pada saat pemerintahan Hindia Belanda, yaitu penggunaan semen pada saat pemugaran tahap I Candi Borobudur. Selain itu juga adanya penggunaan oker kuning pada permukaan batu Candi Borobudur. Oker kuning digunakan untuk menyamakan warna batuan candi Borobudur pada saat akan didokumentasikan.

Penggunaan bahan kimia juga dilaporkan pada saat pemugaaran ke dua Candi Borobudur. Percobaan penggunaan bahan kimia mulai dilakukan pada tahun 1969 oleh Dr. G. Hyvert seorang ahli biologi dari Perancis yang didatangkan oleh UNESCO. Bahan-bahan yang dicoba pertama kali adalah *promazine* (*chloor 4 – 6 ethylaminatriazine*), *noranium* (*alkylmethylbenzylammonium chlorida*), *Fluor*. Juga mencoba produk bernama *Clean Stone*.

Pada tahun 70 kembali dilakukan percobaan dengan bahan kimia *noranium* 3% dalam *aquades*. Hasil dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa lumut dan cendawan mati tetapi meninggalkan sisa yang melekat dan sukar dilepas. Metode lain adalah melumuri batu dengan lumpur dibiarkan tertutup rapat selama 24 jam. Selanjutnya dibersihkan dengan air dan sikat. Kemudian dicuci dengan *noranium* 2% dibiarkan 24 jam kemudian dicuci

NaOH dipakai dalam percobaan pemberantasan lichens kadar yang dipakai dari 1% sampai 25 %. Metode yang digunakan adalah NaOH dioleskan kemudian didiamkan selama 24 sampai 48 jam. Setelah itu dibersihkan dengan air. Hasil pengujian masih menunjukkan adanya endapan kapur. Percobaan lanjutan dilakukan untuk menghilangkan endapan kapur yang tertinggal. Untuk menghilangkan kapur dilakukan percobaan merebus batu dalam larutan NaOH. Hasil sementara NaOH dengan adar 5% adalah larutan yang terbaik. Tetapi proses perebusan ini dikawatirkan dapat merusak batu.

Pengujian bahan lain dilakukan untuk melindungi batu agar tidak ditumbuhi mikroorganisme lagi. Percobaan untuk melindungi dari pertumbuhan mikroorganisme. $Ba(OH)_2$ membuat warna batu menjadi keputihan sedangkan ISO 110 membuat batu lebih gelap dan mengkilap

Tahun 1971 Prof. Mora seorang ahli konservasi dari Itali mengenalkan bahan baru untuk memberantas organisme yang tumbuh pada permukaan batu. Produk tersebut dikenal dengan nama AC 322. AC 322 merupakan campuran dari beberapa bahan kimia. Penggunaan AC 322 dicampur dengan lempung. Dari pengujian laboratorium lempung

yang cocok didapat dari desa Ngabean lereng perbukitan Menoreh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa AC 322 hanya baik untuk memberantas lichens.

Untuk pemberantasan lumut *Hyvar X* dan *Karmex* merupakan bahan kimia yang paling cocok. Berdasarkan pengujian-pengujian yang telah dilakukan, mulai saat itu perawatan batuan Candi Borobudur menggunakan *Hyvar X* untuk pemberantasan lumut dan AC 322 untuk menghilangkan lichen. Bahan tersebut disimpulkan aman dan dapat digunakan.



Foto 3. Pengujian AC 322 yang dicampur dengan lempung (dok:proyek pemugaran Borobudur)

Selain pengujian bahan-bahan untuk memberantas organisme, juga dilakukan pengujian bahan perekat epoxy resin untuk melakukan perbaikan batuan candi yang mengalami kerusakan

Bahan perekat yang pernah diuji di Candi Borobudur antara lain *Akemi normal*, *Akemi extra*, *Akemi transparan*, *Sinmast P 230*, *Epasfill PT 521 SL*, *Araldite AW 106*, *Araldite XB2697*. Pengujian bahan perekat dilakukan dengan metode biasa maupun dengan penambahan pasak atau ankur.

Selain pengujian bahan perekat untuk melakukan perbaikan,

juga dilakukan pengujian bahan bahan pelapis. Bahan pelapis dipakai untuk melapisi batu layer B. Bahan yang diuji antara lain *Araldite Tar*, *Achmex*, *Prachal*, *Epasfill*. Dalam pengujian disimpulkan bahwa bahan yang paling baik adalah Araldite Tar.



Foto 4. Pengujian bahan pelapis (dok: proyek pemugaran Borobudur).

Araldite Tar dipakai sebagai bahan kedap air. Lapisan kedap air banyak dipasang pada konstruksi pemugaran candi Borobudur untuk mengisolasi concrete (cement) pada pemugaran 1973-1983. Isolasi concrete sangat penting dilakukan karena model perkuatan concrete yang sekaligus sebagai lantai drainase berpotensi menyebabkan pelapukan. Bahan epoxy tar efektif sebagai bahan pembuat lapisan kedap air.

Selama pemugaran tahap II telah dilakukan pengujian terhadap beberapa bahan kimia baik untuk pemberantasan mikroorganisme, bahan perekat maupun bahan pelapis untuk Candi Borobudur. Dari beberapa bahan yang diuji tersebut beberapa bahan telah dinyatakan aman digunakan untuk Candi Borobudur.

Bahan lain yang telah diuji selama pemugaran dan dipakai untuk perawatan dan perbaikan Candi Borobudur adalah bahan epoxy resin *Eurolann FK 20* dan *EPIS*. *Euroland FK 20* banyak digunakan untuk penyambungan batu-batu candi yang pecah. Sedangkan *EPIS* digunakan untuk injeksi retakan pada batu.

Penelitian aplikasi water repellent dilakukan pada masa pemugaran (1983) pada dinding selasar sisi barat. Penelitian tersebut hingga kini masih diobservasi, dan masih menunjukkan efektivitas yang memuaskan serta belum terlihat adanya dampak negatif merek dagang yang dipakai dalam penelitian tersebut adalah *Masonseal*. Aplikasi *water repellent* pada batu-batu candi Borobudur hanya dilakukan pada bagian stupa-stupa yang langsung terkena air hujan. Aplikasi dilakukan secara bertahap dari tahun 1990 sampai 2007 pada stupa pusat dan stupa-stupa teras.

B. Pembatasan Penggunaan Bahan Kimia Pada Candi Borobudur

Adanya perkembangan teknik dan metode konservasi, penggunaan bahan kimia untuk perawatan benda cagar budaya menjadi perhatian masyarakat dunia. Penggunaan bahan kimia dikawatirkan dapat menimbulkan dampak negatif baik untuk benda maupun lingkungan sekitarnya.

Candi Borobudur pernah mendapatkan catatan dari UNESCO. Salah satu permasalahan yang disoroti adalah himbauan untuk tidak melanjutkan praktek-praktek yang mengindikasikan adanya dampak negatif terhadap kelestarian batu. Khususnya penggunaan epoxy resin, dan water repelent.

Berbagai praktek yang ada indikasi berdampak negatif terhadap kelestarian batu saat ini sudah dihentikan atau sudah dilakukan perbaikan.

Pembatasan penggunaan bahan kimia untuk konservasi sudah menjadi komitmen dari seluruh perangkat kerja Balai Konservasi Peninggalan Borobudur. Karena bagaimanapun dampak negatif dari

penggunaan bahan-bahan kimia terhadap batu-batu Candi Borobudur dan lingkungannya sudah lama disadari bersama. Oleh karena itu kajian untuk penggunaan bahan-bahan yang ramah terhadap batu dan lingkungan terutama yang berasal dari kearifan lokal terus dilanjutkan, misalnya penggunaan lempung sebagai spesi antar batu.

Bahan-bahan konservasi berbahan epoxy resin banyak digunakan pada saat pemugaran (1973-1983). Bahan epoxy resin tersebut digunakan sebagai bahan lapisan kedap air, perekat batu, dan penutup retakan. Penggunaan epoxy resin sudah banyak dibatasi, walaupun belum bisa menghilangkan sepenuhnya karena belum ditemukannya bahan pengganti.

Bahan epoxy resin *Araldite Tar* efektif sebagai bahan pembuat lapisan kedap air, dan belum ada pengganti bahan lain. Pada kegiatan perbaikan kebocoran lapisan kedap air pada dinding candi hingga saat ini, bahan epoxy-tar masih digunakan karena belum adanya bahan pengganti yang mempunyai efektivitas yang sama. Strategi ke depan akan dilakukan penelitian untuk mengembangkan bahan lain sebagai bahan lapisan kedap air.

Bahan perekat untuk penyambungan batu yang pecah. Bahan epoxy yang digunakan adalah dengan merek dagang *Euroland FK*. Bahan ini mampu merekatkan batu yang pecah secara efektif karena mempunyai kekuatan yang cukup kuat. Karena setelah pemugaran sedikit sekali ditemukan batu yang pecah, maka penggunaan bahan jenis ini sangat minim dilakukan lagi saat ini.

Bahan perekat untuk injeksi retakan dan kamuflase. Bahan epoxy untuk injeksi menggunakan bahan dengan merek dagang *EPIS – CIBA GEIGY*, bahan ini serupa dengan Euroland namun lebih viscous sehingga lebih cocok untuk injeksi. Bahan ini pada candi Borobudur digunakan untuk injeksi retakan, kamuflase dengan mencampur dengan pasir, dan penutupan lubang alveol.

Penggunaan epoxy resin pada konservasi terus diupayakan untuk seminimal mungkin. Bahan-bahan berbahan epoxy tersebut belum

dapat sepenuhnya dihilangkan penggunaan sama sekali, karena sebagian bahan tersebut belum ditemukan penggantinya. Strategi yang dilakukan untuk meminimalkan dampak negatif bahan epoxy pada candi Borobudur adalah :

- Melakukan penelitian-penelitian untuk mengevaluasi efektivitas dan dampak negatif yang muncul akibat penggunaan bahan-bahan kimia epoxy tersebut.
- Melakukan penelitian-penelitian untuk mengembangkan bahan-bahan dan metode baru yang dapat menggantikan epoxy resin.
- Menghentikan penggunaan epoxy untuk aplikasi yang telah secara nyata menimbulkan dampak negatif.

Penggunaan *water repellent* di Candi Borobudur juga telah dihentikan. *Water repellent* merupakan bahan untuk melindungi permukaan batu dari masuknya air ke dalam pori-pori. *Water repellent* yang digunakan di Borobudur merupakan bahan *silicone-base* dengan merek dagang "Masonceal".

Penelitian aplikasi *water repellent* dilakukan pada masa pemugaran (1983) pada dinding selasar sisi barat. Penelitian tersebut hingga kini masih diobservasi, dan masih menunjukkan efektivitas yang memuaskan serta belum terlihat adanya dampak negatif. Aplikasi *water repellent* pada batu-batu candi Borobudur hanya dilakukan pada bagian stupa-stupa yang langsung terkena air hujan. Aplikasi dilakukan secara bertahap dari tahun 1990 sampai 2007 pada stupa pusat dan stupa-stupa kecil. Strategi yang dilakukan untuk meminimalkan kemungkinan dampak negatif dari aplikasi yang telah dilakukan maka :

- Observasi terhadap penelitian awal aplikasi *water repellent* pada dinding selasar (tahun 1983) terus dilakukan secara periodik untuk mengetahui efektivitas dan dampak jangka panjang yang mungkin terjadi.
- Melakukan monitoring secara terus-menerus terhadap batu-batu yang telah diaplikasi *water repellent*, agar dapat mengetahui

efektivitas dan dampak yang mungkin muncul sesegera mungkin.

- Menghentikan (tidak melakukan) aplikasi *water repellent* pada batu-batu pada bagian lain candi Borobudur.

C. Kajian Bahan Pengganti Epoxy Resin

Beberapa upaya dilakukan untuk mencari pengganti penggunaan epoxy resin. Kegiatan yang dilakukan berupa workshop maupun kajian-kajian. Kegiatan workshop dan kajian yang dilakukan dalam rangka usaha mencari bahan pengganti epoxy resin adalah:

1. Workshop evaluasi bahan konservasi epoxy resin

Workshop telah dilaksanakan pada 12 April 2010 di Borobudur. Workshop ini dilaksanakan dengan mengundang para nara sumber ahli dari Perguruan tinggi dan para expert yang berpengalaman melaksanakan konservasi cagar budaya batu. Workshop tersebut membahas epoxy resin dari berbagai sudut pandang dengan memperhatikan efektivitas penggunaan epoxy resin pada konservasi batu candi dan berbagai kemungkinan dampaknya. Workshop juga membahas beberapa material alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti. Rekomendasi hasil diskusi dalam workshop terlampir

2. Penelitian evaluasi penggunaan epoxy resin pada Candi Borobudur

Salah satu rekomendasi workshop evaluasi bahan konservasi epoxy resin adalah perlunya penelitian untuk evaluasi penggunaan epoxy resin yang telah diterapkan di Borobudur. Borobudur telah menggunakan epoxy resin sebagai bahan konservasi terutama penyambungan batu sejak pemugaran kedua (1973-1983). Penggunaan bahan epoxy tersebut telah berjalan cukup lama sehingga perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui efektivitas dan dampak negatif yang mungkin timbul. Evaluasi dilakukan pada semua bagian batu-batu candi yang telah mengalami perlakuan konservasi dengan bahan epoxy resin, meliputi batu-

batu dinding candi, stupa-stupa, arca Buddha, dan lain-lain.

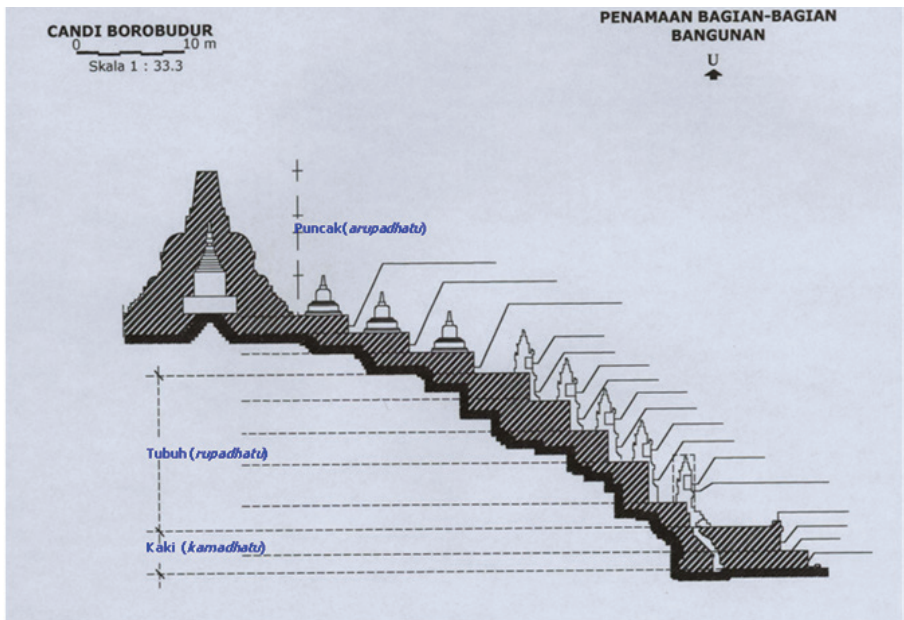
3. Penelitian pengembangan bahan pengganti perekat epoxy berupa mortar tradisional dan mortar epoxy berpori
Bahan pengganti epoxy resin yang telah dibahas dalam workshop evaluasi bahan konservasi epoxy resin adalah mortar tradisional yang penggunaannya telah dilakukan pada pemugaran Borobudur I (1907-1911). Penelitian tentang penggunaan mortar tradisional pada pemugaran I Borobudur telah dilakukan pada 2008 untuk mengkaji efektivitas mortar serta kemungkinan dampak negatif yang timbul. Penelitian lebih lanjut tentang bahan mortar tradisional masih terus dilakukan. Pada tahun 2010 dilakukan penelitian untuk menemukan komposisi campuran bahan-bahan tradisional yang paling sesuai. Penelitian ini juga sekaligus untuk mengetahui kemungkinan dampak negatif yang dapat terjadi pada batu-batu candi. Kajian kemungkinan dampak negatif ini dilaksanakan dengan cara mengukur senyawa-senyawa yang terlarut apabila material di rendam dalam air.
4. Material pengganti epoxy lain yang dibahas adalah mortar berpori yang dibuat dengan modifikasi mortar epoxy (*modified porous epoxy mortar*). Studi awal yang telah dilakukan menunjukkan bahwa epoxy mortar berpori dapat menghilangkan sifat negatif perekat epoxy resin yang selama ini digunakan. Epoxy resin memiliki sifat non *permeable (waterproof)* sehingga menimbulkan dampak terjadinya akumulasi pelapukan. Epoxy resin juga memiliki sifat yang berbeda dengan material batu karena lebih keras dan kaku. Dengan melakukan modifikasi mortar epoxy akan diperoleh material yang porous dan memiliki sifat mendekati batu. Modifikasi mortar berpori dilakukan dengan cara membuat campuran yang tepat antara serbuk batu andesit, epoxy, dan air. Pencampuran dimulai dengan membuat emulsi epoxy dengan air dan selanjutnya ditambahkan bubuk batu.

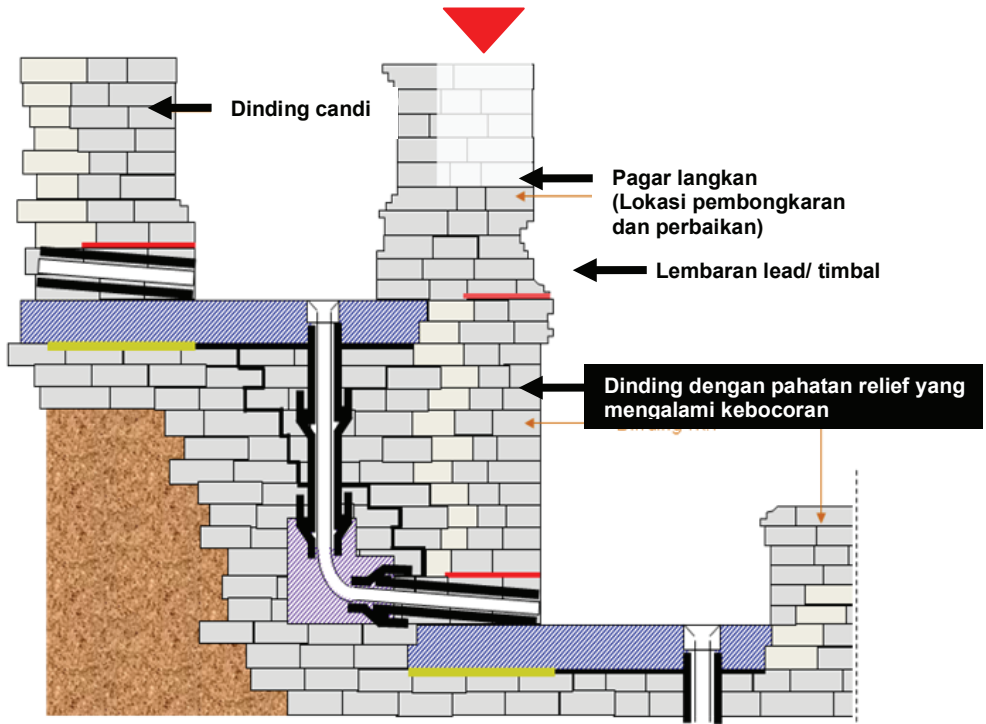
Epoxy akan mengalami pengerasan sedangkan air akan keluar dari campuran meninggalkan pori-pori dalam material. Hasil akhir cetakan akan menyerupai batu dengan sifat fisika yang mirip, yaitu kekerasan dan sifat berporinya. Material mortar epoxy berpori ini berpotensi menjadi material pengganti pada beberapa aplikasi perekat epoxy resin.

III. PENANGANAN KEBOCORAN DINDING CANDI BOROBUDUR

A. Kegiatan Penanganan Kebocoran

Pada dasarnya kegiatan penanganan kebocoran dilakukan dengan cara melakukan pembongkaran pada pagar langkan. Hal ini bertujuan untuk memperbaiki lapisan kedap air yang berada di bawah pagar langkan. Lapisan kedap air berada di bawah pagar langkan, sedangkan dinding candi yang bocor diasumsikan karena lapisan kedap air pada pagar diatasnya mengalami kerusakan. Kondisi tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini.





Maksud dari penanganan kebocoran Candi Borobudur adalah untuk mengurangi kebocoran yang terjadi pada dinding Candi Borobudur. Adapun Tujuan yang dicapai adalah meningkatkan kelestarian struktur Candi Borobudur dengan mengurangi titik kebocoran yang dapat mempercepat laju pelapukan relief Candi Borobudur.

Metode dalam kegiatan penanganan kebocoran Candi Borobudur pada dasarnya dilakukan dengan cara pembongkaran pada pagar langkan untuk kemudian memperbaiki lapisan kedap air yang berada di bawah pagar langkan. Lapisan kedap air berada di bawah pagar langkan, sedangkan dinding candi yang bocor diasumsikan karena lapisan kedap air pada pagar di atasnya mengalami kerusakan. Urutan pelaksanaan kegiatan penanganan kebocoran Candi Borobudur yaitu :

- Pekerjaan awal meliputi pencatatan data sebelum pembongkaran

dan pemasangan papan tanda pekerjaan serta larangan masuk ke tempat pembongkaran bagi pengunjung;

- Pembongkaran awal pada stupa pagar langkan;
- Pemasangan perancah dan tenda;
- Pemasangan cover / penutup kamufase;
- Pembongkaran batu penyusun pagar langkan;
- Perbaikan nat sekitar saluran drainase;
- Perbaikan lapisan kedap air layer B;
- Pembuatan batu kuncian;
- Penggantian / pemasangan lapisan timah (*lead*);
- Pengujian lapisan kedap air;
- Pemasangan kembali batu penyusun pagar langkan;
- Finishing (pembongkaran perancah, pembersihan lokasi, pemasangan stupa pagar langkan dan pengembalian alat-alat ke gudang).

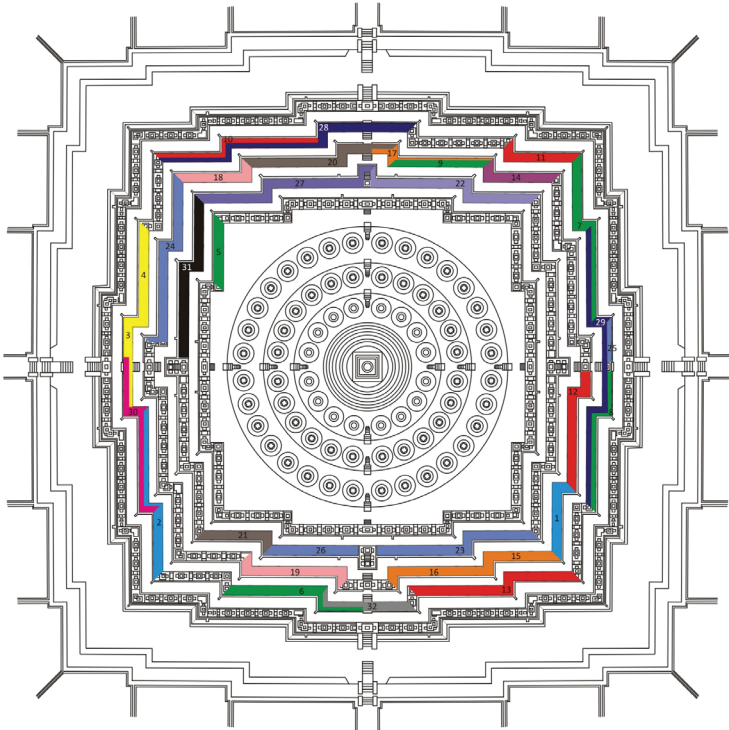
Penanganan kebocoran dinding Candi Borobudur telah dimulai sejak tahun 2003, berikut ini adalah riwayat penanganan kebocoran Candi Borobudur hingga tahun 2017.

1. Tahun 2003 pada sisi Timur lorong 2 bidang i dan j, pada sisi Barat lorong 1 bidang a, b dan c
2. Tahun 2004 pada sisi Barat lorong 1 bidang e, f, g dan h
3. Tahun 2005 pada sisi Barat lorong 4 bidang f, pada sisi Selatan lorong 1 bidang f, g dan h, pada sisi Timur lorong 1 bidang a, b,

c, f, g dan h, pada sisi Utara lorong 2 bidang h

4. Tahun 2006 pada sisi Utara lorong 1 bidang a, b, c, i dan j, pada sisi Timur lorong 2 bidang f, g dan h, pada sisi Selatan lorong 1 bidang a, b dan c
5. Tahun 2007 pada sisi Utara lorong 2 bidang h, pada sisi Selatan lorong 1 bidang a, b dan c
6. Tahun 2008 pada sisi Utara lorong 2 bidang i dan j
7. Tahun 2009 pada sisi Selatan lorong 2 bidang a, b, c dan d, pada sisi Utara lorong 2 bidang f, g dan h
8. Tahun 2010 pada sisi Utara lorong 2 bidang a dan b, pada sisi Selatan lorong 2 bidang g, h dan i
9. Tahun 2011 pada sisi Utara lorong 2 bidang c, d, e, dan f, pada sisi Selatan lorong 3 bidang i dan j
10. Tahun 2012 pada sisi Utara lorong 3 bidang g, h, i dan j, pada sisi Selatan lorong 3 bidang a, b, c dan h, pada sisi Barat lorong 2 bidang g, h, i dan j, pada sisi Timur lorong 1 bidang e
11. Tahun 2014 pada sisi Utara lorong 4 bidang a, b, c, d, e dan f
12. Tahun 2015 pada sisi Utara lorong 2 bidang a, b, c, d, e dan f, pada sisi Timur lorong 2 bidang c, d, e, f, g dan h
13. Tahun 2016 pada sisi Barat lorong 1 bidang b, c, d dan e
14. Tahun 2017 pada sisi Barat lorong 3 bidang h, i dan j, pada sisi Selatan lorong 1 bidang e, f dan g (belum dikerjakan)

PENANGANAN KEBOCORAN
CANDI BOROBUDUR SAMPAI TAHUN 2017



Keterangan :

Sudah dilakukan perbaikan

1. Dinding T2, bidang i,j	: tahun 2003	22. Dinding U3, bidang g,h,i,j	: APBN- P 2012
2. Dinding B1, bidang a,b,c	: tahun 2003	23. Dinding S3, bidang a,b,c	: APBN- P 2012
3. Dinding B1, bidang e,f,g	: tahun 2004	24. Dinding B2, bidang g,h,i,j	: 2012
4. Dinding B1, bidang h	: tahun 2004	25. Dinding T1, bidang e	: 2012
5. Dinding B4, bidang f	: tahun 2005	26. Dinding S3, bidang h	: APBN- P 2012
6. Dinding S1, bidang f,g,h	: tahun 2005	27. Dinding U3, bidang a,b,c,d,e,f	: 2014
7. Dinding T1, bidang a,b,c	: tahun 2005	28. Dinding U2, bidang a,b,c,d,e,f	: 2015
8. Dinding T1, bidang f,g,h	: tahun 2005	29. Dinding T2, bidang c,d,e,f,g,h	: 2015 Dana Pelestarian
9. Dinding U2, bidang h	: tahun 2005 / 2007	30. Dinding B1, bidang b,c,d,e	: 2016
10. Dinding U1, bidang a,b,c	: tahun 2006	31. Dinding B3, bidang h,i,j	: 2017
11. Dinding U1, bidang i,j	: tahun 2006	32. Dinding S1, bidang e,f,g	: 2017
12. Dinding T2, bidang f,g,h	: tahun 2006		
13. Dinding S1, bidang a,b,c	: tahun 2006 / 2007		
14. Dinding U2, bidang i,j	: tahun 2008		
15. Dinding S2, bidang a,b	: tahun 2009		
16. Dinding S2, bidang c,d	: tahun 2009		
17. Dinding U2, bidang f,g,h	: tahun 2009		
18. Dinding U2, bidang ab	: tahun 2010		
19. Dinding S2, bidang g,h,i	: tahun 2010		
20. Dinding U2, bidang c,d,e,f	: tahun 2011		
21. Dinding S3, bidang i,j	: tahun 2011		

Gambar 2. Denah lokasi penanganan kebocoran dinding Candi Borobudur (dok: BK Borobudur)

Denah di atas menunjukkan dinding candi yang telah dilakukan penanganan kebocoran. Namun demikian terkait dengan data monitoring kebocoran dinding Candi Borobudur yang dilakukan dua kali setiap tahun, beberapa titik yang sudah ditangani dapat mengalami kebocoran kembali setelah lebih dari 5 tahun.

Berikut ini adalah data monitoring kebocoran dinding Candi Borobudur pada akhir tahun 2017, dimana masih dijumpai 55 titik kebocoran dalam 33 bidang pada dinding candi.

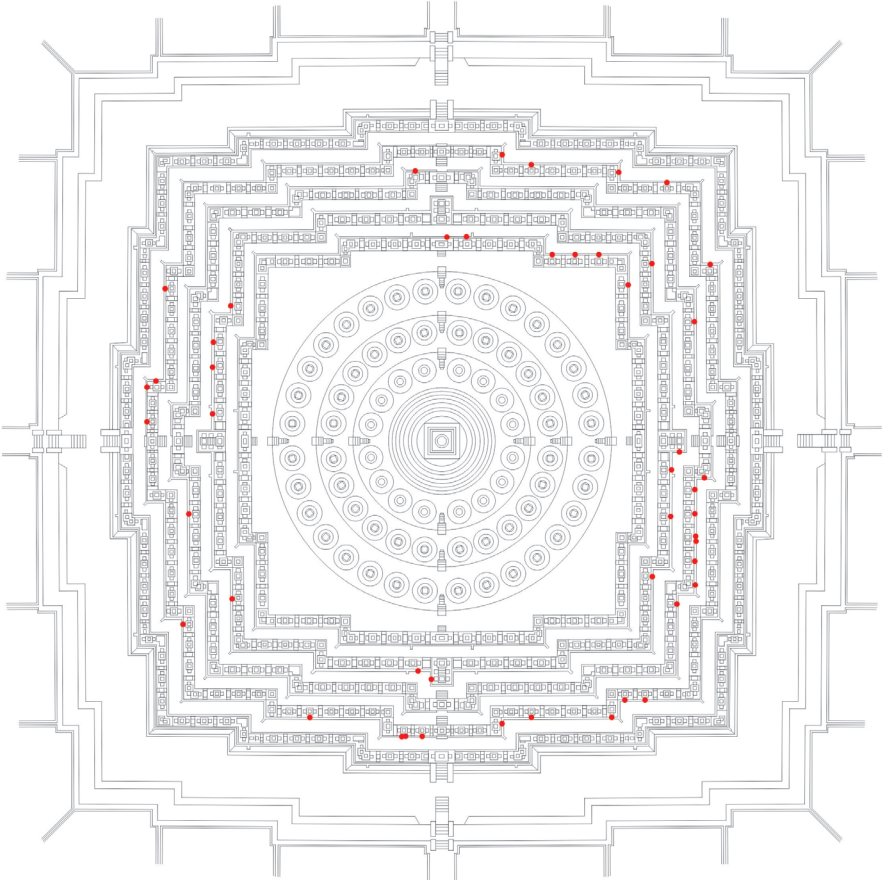
Tabel 1. Titik kebocoran berdasarkan monitoring tahun 2017 (per bidang)

No	Sisi	Lokasi pada dinding	Bidang
1	Barat	Lorong I	F
2	Barat	Lorong I	G
3	Barat	Lorong I	H
4	Utara	Lorong I	G
5	Utara	Lorong I	H
6	Utara	Lorong I	I
7	Utara	Lorong I	J
8	Timur	Lorong I	B
9	Selatan	Lorong I	A
10	Selatan	Lorong I	C
11	Selatan	Lorong I	D
12	Selatan	Lorong I	F
13	Selatan	Lorong I	H
14	Barat	Lorong I	A

15	Utara	Lorong II	E
16	Timur	Lorong II	C
17	Timur	Lorong II	G
18	Timur	Lorong II	H
19	Timur	Lorong II	J
20	Barat	Lorong II	C
21	Barat	Lorong III	H
22	Timur	Lorong III	A
23	Timur	Lorong III	G
24	Timur	Lorong III	H
25	Timur	Lorong III	J
26	Selatan	Lorong III	G
27	Selatan	Lorong III	H
28	Barat	Lorong III	A
29	Barat	Lorong IV	J
30	Timur	Lorong IV	C
31	Utara	Lorong IV	Makara tangga
32	Utara	Lorong IV	D
33	Utara	Lorong IV	F

OBSERVASI KEBOCORAN CANDI BOROBUDUR 2017

U
↙



Keterangan :

● Lokasi kebocoran pada Candi Borobudur

Gambar 3. Denah titik kebocoran dinding Candi Borobudur pada tahun 2017 (dok: BK Borobudur)

B. Metode Penanganan Kebocoran Dinding Candi Borobudur

1. Pekerjaan awal

Pengukuran kembali/survey ulang, dokumentasi, pencatatan data dan pemasangan papan larangan masuk ke tempat pembongkaran merupakan pekerjaan awal. Dokumentasi dilakukan pada pagar langkan yang akan dibongkar. Dokumentasi juga berguna sebagai acuan untuk mengevaluasi pekerjaan yang dilakukan. Dokumentasi data ini meliputi pengecekan kembali lokasi bocoran, pengukuran, penggambaran dan pemotretan. Dengan dokumentasi yang baik diharapkan sebelum, selama, dan sesudah pekerjaan dilaksanakan struktur bangunan tidak akan berubah dari bentuk maupun posisinya aslinya.



Foto 5,6. Pengukuran/survey ulang lokasi yang akan dibongkar (dok: BK Borobudur).

Pemasangan papan informasi, dimaksudkan untuk mengatur/mengalihkan alur kunjungan wisata khususnya pada struktur candi. Hal ini dimaksudkan supaya segala bentuk kegiatan selama proses pembongkaran tidak mengganggu ataupun mengganggu kenyamanan dan keselamatan, baik itu pekerja sendiri maupun dengan aktifitas wisata yang berlangsung.



Foto 7,8. Pemasangan papan informasi pekerjaan penanganan kebocoran (dok: BK Borobudur).

2. Pembongkaran awal

Pembongkaran awal dilakukan dengan menurunkan bagian tertinggi dari pagar langkan, yaitu stupa pagar langkan sampai batas alas stupa pagar langkan. Hal ini dilakukan mengingat ketinggian untuk memasang perancah dan tenda tidak memungkinkan untuk mencapai ketinggian stupa pagar langkan tersebut. Stupa pagar langkan satu persatu diturunkan dengan hati-hati menggunakan papan panjang $\pm 4\text{m}$, dengan menggeser stupa secara pelan-pelan mengikuti kemiringan papan yang sudah diposisikan sedemikian rupa, pekerjaan seperti itu dilakukan sampai pada batas dudukan stupa pagar langkan atau sampai batas penutup relung stupa pagar langkan.



Foto 9, 10. Pembongkaran relung bagian teratas, berupa stupa atas relung pagar langkan (dok: BK Borobudur).

Sebelum diturunkan stupa tersebut diberi tanda dengan pahat pada bagian bawah stupa, supaya satu stupa dengan yang lain tidak salah posisi, demikian juga dilakukan pada alas stupa. Stupa-stupa dan dudukan stupa kemudian di tempatkan pada tempat yang sudah ditentukan sebelumnya dan dibersihkan. Setelah perkiraan ketinggian untuk pemasangan perancah dan tenda tercapai langkah selanjutnya dengan pemasangan perancah dan tenda kerja.



Foto 11,12. Penandaan stupa relung agar tidak tertukar dan dapat dipasangkan ke tempat semula (dok: BK Borobudur).

3. Pemasangan perancah dan tenda kerja

Pemasangan perancah dan tenda diperlukan untuk mempermudah dalam tahap pembongkaran batu pagar langkan. Perancah akan memudahkan para pekerja untuk naik pada struktur pagar langkan dan memperkecil resiko kecelakaan pekerja maupun kerusakan batu candi. Sementara tenda berfungsi sebagai peneduh agar pada tahap aplikasi pemasangan lapisan kedap air dapat berjalan dengan baik, sehingga bahan yang diaplikasikan dapat berfungsi secara maksimal dan terhindar dari matahari langsung dan air hujan. Perancah menggunakan bahan yang tidak merusak batu candi yaitu dari kayu dan atau logam yang menggunakan pelapis karet.



Foto 13-16. Pemasangan perancah yang terbuat dari kayu(dok: BK Borobudur).

Perancah dibuat dengan menyusun kayu-kayu menyerupai rangka rumah. Perancah didirikan pada lokasi dimana pembongkaran akan dilakukan. Sisi depan perancah disusun/ didirikan dari lantai bawah sampai ketinggian pagar langkan yang akan dibongkar, sedang sisi satunya (belakang) didirikan pada lantai satu tingkat diatasnya. Dari kaki-kaki yang sudah berdiri kemudian dihubungkan satu sama lain hingga membentuk rangka dan diberi penyiku agar tidak goyah/goyang. Di atas Rangka yang sudah berdiri disusun balok-balok kayu (usuk) sebagai dudukan dari tenda. Setelah tersusun tenda kemudian dipasang pada tempatnya.



Foto 17, 18. Pemasangan tenda atau terpal sebagai pelindung dari sinar matahari langsung (dok: BK Borobudur).

4. Pemasangan *cover* kamuflase

Pemasangan *cover* penutup dapat berupa gambar foto pagar langkan yang sedang dibongkar ataupun *paranet* berwarna hitam. Pemasangan *cover* ini bertujuan untuk kamuflase bahwa tempat tersebut ada pekerjaan pembongkaran dan tidak terlihat oleh pengunjung Candi Borobudur dari halaman candi. Pemasangan dilakukan pada perancah yang dipasang sehingga tidak hanya kamuflase pekerjaan pembongkaran, tetapi juga menutup perancah dari luar, sehingga bila dilihat dari halaman candi seolah-olah tidak terkesan kumuh.



Foto 19-22. Pemasangan *cover* kamuflase pada lokasi pembongkaran kebocoran (dok: BK Borobudur).

5. Pembongkaran batu penyusun pagar langkan

Pembongkaran diperlukan untuk membuka lapisan kedap air layer B dan lapisan timbal yang berada di bawah pagar langkan. Pembongkaran harus dilakukan secara hati-hati agar batu tidak rusak. Satu persatu batu diberi tanda untuk memudahkan pada saat pemasangan kembali. Pembongkaran bagian atas pagar langkan dilakukan sampai batas lis atas pagar langkan, yaitu sampai pada penutup relung. Dikarenakan penutup relung bentuknya tidak teratur, maka penempatan bongkaran batu ini diletakkan berurutan dan tidak bisa ditumpuk antar batu bongkaranya, sehingga memerlukan tempat penampungan tersendiri. Selanjutnya dapat diteruskan dengan membongkar bagian bawahnya sampai dengan dasar pagar langkan. Pada pembongkaran ini diperlukan tanda khusus antar batu penyusunnya, dikarenakan bentuknya yang hampir serupa. Tanda yang dibuat menggunakan kapur (untuk batu luar/*outer*) dan menggunakan pahat untuk batu isian.

Tanda batu yang dibuat khusus untuk “kuncian”, diberikan pada bagian bawah batu ataupun pada samping batu dengan batu disebelah kanan atau kiri yang tidak dibongkar. Tanda-tanda yang diberikan sedemikian rupa, sehingga antara batu yang satu dengan yang lain ditandai dengan tanda yang berbeda.



Foto 23, 24. Penandaan batu sebelum dibongkar (dok: BK Borobudur).

Batu yang sudah diberi tanda kemudian diturunkan menggunakan papan dan dibersihkan. Pembongkaran dilakukan secara bertahap, layer demi layer, satu layer selesai diberi tanda kemudian dibongkar. Layer berikutnya dibersihkan dari debu dan kotoran kemudian diberi tanda dan dibongkar/diturunkan. Pekerjaan seperti itu berulang sampai layer B terlihat. Batu-batu bongkaran diturunkan kemudian ditempatkan di lokasi yang tidak jauh dari lokasi pembongkaran dengan ditata serapi mungkin, batu pada lapisan atas diletakkan pada lapisan bawah, dengan kata lain batu yang dibongkar pertama menjadi batu lapisan paling bawah pada pembongkaran selanjutnya, sehingga akan memudahkan pekerja pada saat pemasangan kembali.



Foto 25-28. Proses pembongkaran stuktur pagar langkan (dok: BK Borobudur).

Untuk meringkas tempat, penyusunan batu bongkaran dilakukan dengan cara disusun sesuai dengan layer yang sama, sehingga batu antar layer (beda layer) tidak akan tercampur, misal pembongkaran pada layer 5 dengan panjang bongkaran 10 meter, yaitu dengan menyusun batu bongkaran dengan panjang 2 meter disusun sebanyak 5 susun/lapis, begitu seterusnya. Dengan cara seperti itu dapat meringkas tempat, andaikata sampai 10 layer kita hanya membutuhkan tempat 20 meter.



Foto 29-32. Situasi penampungan batu bongkaran (dok: BK Borobudur).

Berbeda dengan batu bongkaran pagar langkan paling atas, karena bentuk batunya tidak berupa balok/ persegi, untuk stupa kemuncak pagar langkan penyusunannya pada penampungan tidak bisa disusun sebagaimana mestinya, sehingga harus dipisahkan. Batu penyusun kemuncak pagar langkan dan

relung ditata satu persatu, bagian perbagian secara berurutan. Demikian juga dengan arca budha yang berada dalam relung-relung tersebut, satu persatu arca diturunkan dan ditempatkan di tempat penampungan pada lorong, dan diurutkan dari awal penurunan sampai arca yang terakhir diturunkan diberi angka/ tanda pada bawah arca budha.



Foto 33-36. Penampungan batu penyusun relung pagar langkan, stupa dan arca (dok: BK Borobudur).

6. Pembongkaran lapisan timbal (*lead*)

Pembongkaran batu penyusun pagar langkan dilakukan sampai lapisan timbal yang sudah terpasang sejak Pemugaran II. Lapisan timbal merupakan dasar dari pagar langkan, sehingga dengan membongkarnya kita akan dengan mudah melihat lapisan layer B. Kebocoran yang terjadi bisa disebabkan dari

layer B yang bocor atau bisa juga dari timbal atau sambungan timbal yang tidak sempurna dalam aplikasi terdahulu.



Foto 37-40. Pembongkaran lapisan timbal (dok: BK Borobudur).

Dari pembongkaran-pembongkaran yang pernah dilakukan sebagian besar kebocoran adalah karena pemasangan timbal yang tidak sempurna, seperti timbal yang sengaja dilubangi ataupun pada sambungan timbal yang kurang sempurna, bisa juga karena aplikasi lapisan kedap air yang belum kering sempurna sudah dilanjutkan tahap berikutnya. Timbal yang terlihat kemudian dipotong-potong dengan pahat $\pm$ 2 meteran, kemudian masing-masing potongan dilipat/digulung dan diangkat, nantinya akan digantikan dengan *lead* baru.



Foto 40, 41. Kondisi sambungan timbal yang berada pada dasar pagar langkan (dok: BK Borobudur).

7. Perbaikan nat sekitar saluran drainase

Perbaikan dilakukan pada dinding dasar pagar langkan yang berhubungan langsung dengan saluran drainase pada bawah lantai. Perbaikan dilakukan dengan membongkar lapisan batu permukaan lantai sebanyak dua blok batu dari pagar langkan bagian dalam, setelah terbuka saluran drainase sepanjang dasar pagar langkan dibersihkan dari debu dan kotoran.



Foto 42, 43. Pembersihan saluran drainase bawah lantai kemudian dilakukan penutupan nat-natnya dengan mortar (dok: BK Borobudur).

Selanjutnya nat-nat pada dinding dasar pagar langkan dan pada pinggiran saluran drainase dilapisi dengan *mortar* (campuran bahan *Araldite Tar* dengan pasir), pada nat-nat dasar pagar

langkan dilapisi *mortar* sampai merata dan rapat. Setelah lapisan mortar kering selanjutnya dinding dasar dan pinggiran saluran drainase dilapisi dengan *Araldite Tar*, pengolesan ini berulang hingga didapatkan lapisan yang merata dan kering. Hal ini bertujuan agar air dari saluran drainase tidak dapat merembes pada dinding dasar pagar langkan dan layer B.



Foto 44, 45. Saluran drainase bawah lantai yang sudah dilakukan pelapisan kedap air (dok: BK Borobudur).

8. Perbaiki lapisan kedap air layer B

Perbaikan lapisan kedap air layer B dilakukan dengan pemasangan batu-batu layer B secara benar dan rapat dan selanjutnya dilapisi dengan bahan kedap air. Bahan kedap air yang digunakan adalah *Araldite Tar*. Layer B yang terlihat kemudian diteliti kembali dengan detail pada bagian-bagian yang dianggap mengalami kebocoran, pada bagian-bagian ini kemudian dibersihkan dari debu dan kotoran, bila pada layer B masih ada rongga-rongga besar, rongga tersebut ditutup dengan batu. Campuran bahan kedap air dengan pasir (*mortar*) digunakan untuk mengisi bagian nat-nat layer B yang masih longgar, selain pada nat-nat layer B, pengisian *mortar* bertujuan untuk menutup lubang-lubang yang masih ada pada lapisan layer B. Pengisian *mortar* dilakukan sampai *mortar* benar-benar kering, setelah pengisian selesai kemudian seluruh lapisan layer

B diolesi dengan *Araldite Tar* sampai seluruh permukaan tertutup sempurna dengan *Araldite Tar*. Pengolesan pada bagian layer B ini dilakukan sebanyak tiga kali pengolesan. Pelapisan di tunggu sampai benar-benar kering sempurna baru kemudian dilakukan pengolesan kembali.



Foto 46, 47. Perbaikan layer B, dengan mengisi nat-nat dan rongga-rongga layer B dengan mortar (dok: BK Borobudur).

9. Pembuatan batu kuncian

Sebelum pemasangan timbal baru, pada lapisan bagian dasar pagar langkan dilakukan pembuatan batu kuncian dengan bentuk ekor burung, untuk memperkuat struktur dinding candi. Sambungan batu ini diukur dan dibuat satu persatu karena bentuk dan ukuran masing-masing sambungan berbeda satu dengan yang lain. Sambungan batu tersebut untuk memperkuat dan untuk mengikat antar batu. Setelah semua dibuat dan permukaan sudah rata, kemudian dibersihkan dari sisa-sisa pahatan dan debu selanjutnya dapat dilakukan pekerjaan pemasangan timbal baru.



Foto 48, 49. Pembuatan batu kunci ekor burung“ pada dasar pagar langkan(dok: BK Borobudur).

10. Pemasangan lapisan timbal (*lead*) baru

Setelah kondisi dasar pagar langkan bersih dari kotoran dan debu, timbal siap dipasang. Timbal dibawa dengan kereta dorong dari tempat penyimpanan sampai lokasi pembongkaran. Dengan bobot timbal yang berat (satu gulung timbal ± 100 kg), gulungan timbal tersebut memerlukan ± 6 orang untuk membawanya ke lokasi. Lapisan timbal berfungsi sebagai penahan air agar air tidak merembes ke permukaan dinding yang berpahatan relief selain itu juga sebagai penyetabil atau perata beban. Lapisan timbal baru dipasang pada lapisan satu layer batu di bawah posisi ornamen *antefik*.



Foto 50, 51. Distribusi timbal baru dari tempat penyimpanan ke lokasi kerja(dok: BK Borobudur).

Lapisan timbal yang sudah terpasang sebelumnya umumnya tidak utuh dan tidak rapat. Timbal yang sebelumnya terpasang ada yang berlubang-lubang (sebagai pori-pori untuk penguapan) dan sambungan antar timahnya tidak sempurna, sistem patri yang kurang sempurna ada juga yang hanya ditumpangkan saja antar sambungan timahnya, sehingga pada saat perbaikan perlu untuk diganti.



Foto 52, 53. Kondisi sambungan timbal yang kelihatan basah (dok: BK Borobudur).

Penggantian timbal dilakukan dengan bahan lembaran timbal baru yang utuh, bila ada sambungan, cara menyambunginya dengan sistem klem, timbal dibentuk huruf “u” pada masing-

masing ujungnya kemudian disatukan dan ditempa, sehingga sambungan dapat menyatu sempurna.



Foto 54, 55. Pemasangan lapisan timbal baru (dok: BK Borobudur).

Dengan sistem sambungan tersebut kualitas sambungannya terjamin dan dapat menghambat masuknya air ke dalam struktur pagar langkan Candi Borobudur. Setelah timbal terpasang bagian yang berbatasan dengan layer B kemudian dilapisi dengan mortar. Pada bagian tengah timbal yang kurang rata diberi mortar untuk meratakan permukaan timah. Timbal yang digunakan adalah timbal yang sudah teruji oleh laboratorium Balai Konservasi Borobudur, yaitu timbal dengan kualitas yang kuat dan lentur. Setelah itu, kemudian permukaan timbal dilapisi dengan *Araldite Tar* secara merata, pengolesan dilakukan berulang kali untuk mendapatkan lapisan kedap air yang sempurna.



Foto 56-58. Aplikasi mortar pada lapisan timbal dalam dan layer B
(dok: BK Borobudur).





Foto 59-64. Pengolesan lapisan kedap air pada layer B dan lapisan timbal sebanyak 3 kali (dok: BK Borobudur).

11. Pengujian lapisan kedap air

Pengujian ini dilakukan setelah lapisan kedap air benar-benar kering, pengujian ini dilakukan dua tahap :

- Tahap pertama, pengujian lapisan kedap air pada dinding dasar pagar langkan yang berhubungan langsung dengan drainase (belakang lapisan layer B), yaitu dengan menyekat saluran drainase bawah lantai dengan tanah liat, sepanjang lokasi pembongkaran kemudian digenangi air selama 24 jam. Jika tidak ditemukan kebocoran pada dinding relief dibawahnya maka lapisan kedap air sudah sempurna, jika ada titik yang bocor, maka dilakukan tindakan penyempurnaan lapisan kedap air pada dinding dasar pagar langkan dengan pengolesan kembali bahan kedap air hingga didapat lapisan yang benar-benar tidak bocor dan dilakukan pengujian kembali.
- Tahap kedua, pengujian lapisan kedap air pada lapisan timbal (di depan lapisan layer B) sebagai dasar dari pagar langkan dengan cara menyekat lapisan timbal bagian depan dengan menggunakan tanah liat setinggi kurang lebih sepuluh sentimeter.

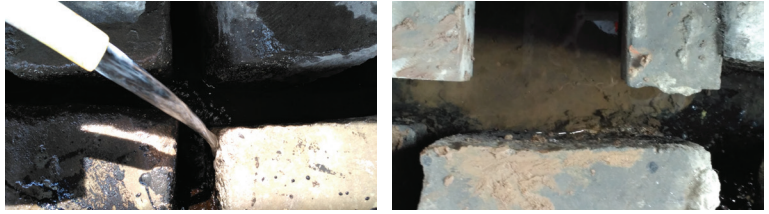


Foto 65, 66. Pengujian lapisan kedap air pada saluran drainase bawah lantai (dok: BK Borobudur).

Pada tempat tersebut kemudian digenangi air selama 24 jam, apabila masih dijumpai rembesan maka dilakukan penambalan dan pengolesan ulang pada tempat di atas kebocoran tersebut dan dilakukan pengujian kembali.



Foto 67, 68. Pengujian lapisan kedap air pada lapisan timbal depan layer B (dok: BK Borobudur).

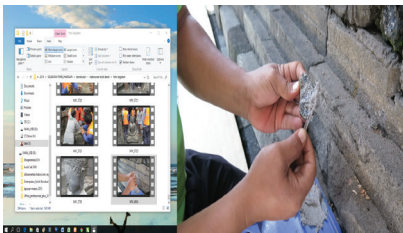
12. Pemasangan kembali batu-batu penyusun pagar langkan
Setelah semua pengujian dilalukan dan tidak ditemukan kebocoran, yang berarti kegiatan perbaikan lapisan kedap air sempurna, selanjutnya dilakukan pemasangan kembali batu-batu penyusun struktur pagar langkan. Penyusunan struktur batu tersebut dilakukan secara seksama dan hati-hati dipasang kembali pada lokasi aslinya pada lokasi perbaikan. Untuk memastikan batu terpasang dengan sempurna pada posisi aslinya dilakukan pengukuran, pengecekan kode-kode dan posisi batu-batu sesuai dengan pada waktu pembongkaran dan registrasi. Pekerjaan pemasangan kembali tersebut selalu ada pemasangan batu yang kurang sempurna sehingga perlu ditambah dengan batu baru maupun ditata sedemikian rupa sehingga susunan batu dapat terpasang kembali sesuai dengan sebelumnya.





Foto 69-74. Penyusunan kembali patu penyusun pagar langkan (dok: BK Borobudur).

Pada pekerjaan perbaikan/pengecekan layer B, pemasangan/ penggantian lapisan timah, pembongkaran maupun pemasangan kembali batu bongkaran, terkadang juga ditemui adanya batu yang mengalami retak, patah bahkan ada yang pecah. Untuk itu perlu pekerjaan lain seperti *restoring* maupun *filling* berkaitan dengan adanya hal tersebut. Dalam kegiatan ini dilakukan penyambungan batu yang gempil yaitu pada bagian berrelief, pada relief pagar langkan tampak dalam. Penyambungan dilakukan dengan bahan perekat epoxy. Pada bagian yang gempil diolesi dengan bahan epoxy perekat kemudian bagian tersebut disatukan hingga mengering sempurna yang kemudian di kamuflase.



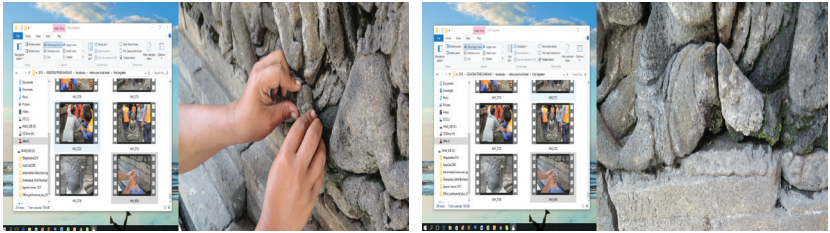


Foto 75-78. Perbaikan batu relief yang mengalami kerusakan “gempil” (dok: BK Borobudur).

13. Penyempurnaan pagar langkan

Penyempurnaan dilakukan dengan penambahan balok batu baru, hal ini dilakukan untuk memperkuat batu lama yang telah terpasang pada pagar langkan yang tidak lengkap, sehingga penambahan batu baru tersebut sebagai satu kesatuan pagar langkan yang utuh. Hal ini karena bila tidak dilakukan penambahan dikhawatirkan akan membahayakan struktur candi karena pengunjung dengan mudah dapat naik ke pagar langkan tersebut.



Foto 79-82. Perkuatan struktur pagar langkan dengan penambahan batu baru (dok: BK Borobudur)

IV. PENUTUP

Candi Borobudur merupakan Warisan Budaya Dunia yang harus di jaga keterawatannya (*state of preservation*). Hal ini terkait dengan kondisi keterawatan khususnya pada struktur Candi Borobudur. Dikarenakan nilai pentingnya, maka penanganan terkait konservasi dan pemugaran diharuskan sesuai dengan standar pelestarian warisan dunia. Terkait dengan standar tersebut maka berbagai bahan kimia sedapat mungkin dikurangi pada pelaksanaan kegiatan konservasi maupun pemugaran di Candi Borobudur saat ini. Walaupun penggunaan bahan kimia sudah banyak dikurangi dalam kegiatan konservasi rutin, akan tetapi pada beberapa kegiatan konservasi khusus seperti halnya penanganan kebocoran dinding Candi Borobudur masih digunakan beberapa bahan kimia. Hal ini karena beberapa bahan kimia tersebut belum tergantikan oleh bahan lain.

Upaya untuk mencari pengganti bahan kimia pada pelaksanaan konservasi dan pemugaran terus dilakukan hingga saat ini oleh Balai Konservasi Borobudur. Melalui kajian konservasi cagar budaya, beberapa bahan seperti *epoxy resin*, *water repellent*, herbisida, maupun AC 322 diupayakan untuk dicari bahan pengganti. Bahan pengganti tersebut sebisa mungkin menggunakan bahan tradisional, sehingga tidak menimbulkan dampak yang dapat mengkhawatirkan kondisi keterawatan candi.

PELAPISAN TANGGA SEBAGAI UPAYA MENJAGA TINGKAT KETERAWATAN (*STATE OF CONSERVATION*) CANDI BOROBUDUR SEBAGAI WARISAN DUNIA

I. Pendahuluan

Candi Borobudur adalah situs purbakala yang termasuk dalam situs purbakala warisan dunia nomor 592 yang ditetapkan oleh UNESCO. Keberadaan Candi sebagai monumen terbuka sangat rentan terhadap pengaruh iklim yang dapat menyebabkan kerusakan, di sisi lain tingginya jumlah pengunjung yang naik ke atas candi juga merupakan faktor yang mempengaruhi kerusakan. Sebagai monumen dengan batu andesit sebagai struktur utamanya adalah alasan utama mengapa Candi Borobudur saat ini masih dapat kita saksikan kemegahannya. Berjuta – juta orang yang kagum akan candi ini telah berkunjung dan menjejakkan kakinya di atasnya adanya keausan batu khususnya pada tangga dan lantai Candi Borobudur. Aktivitas pengunjung candi yang bermacam – macam ternyata telah menyebabkan beberapa batu yang sering dilalui atau sering bersentuhan (kontak dengan pengunjung) menjadi aus atau rusak. Dalam hal ini, struktur batu paling rentan rusak adalah struktur batu penyusun tangga candi.

Kerusakan karena keausan tersebut tidak bisa disepelekan dan dipandang sebelah mata. Batu yang berkontak langsung dengan pengunjung berangsur – angsur akan menjadi aus dan rusak, hal ini selain mengurangi nilai arkeologis dan sejarah dari candi juga menyebabkan berkurangnya nilai estetis candi dalam kaitannya dengan konservasi.

Penyebab keausan yang paling dominan adalah manusia. Pengunjung yang berjalan pada tubuh candi melakukan aktivitas berjalan dan berinteraksi dengan manusia lain dan dengan batu struktur. Aktivitas berjalan dengan alat bantu berupa alas kaki secara tidak disadari dan berangsur – angsur akan merusak struktur batu candi. Sedangkan interaksi dengan manusia lain atau dengan batu struktur maksudnya adalah aktivitas memanjat pada stupa teras atau stupa induk karena maksud tertentu.

Kerusakan pada batu yang disebabkan oleh pengunjung khususnya akibat aktivitas berjalan dengan alat bantu berupa alas kaki telah diteliti oleh beberapa orang penelitian. Muhammad Taufik (2009:119) dalam tesisnya, menyampaikan bahwa keausan pada Candi Borobudur tersebar di lantai dan tangga candi. Sementara Sutantio (1985) menyampaikan bahwa di Candi Borobudur ditemukan 801 blok batu yang mengalami keausan. Hasil pengamatan di tahun 2000 jumlah batu yang mengalami keausan menjadi 1383 blok batu, hal ini berarti terjadi peningkatan sebesar 582 blok batu. Jika dirata-rata, maka keausan yang terjadi setiap tahunnya adalah 36 blok batu. Apabila keausan batu-batu Candi Borobudur mulai terjadi ketika pertama kali dimanfaatkan sebagai objek wisata, maka keausan tangga sisi Timur adalah antara 0,2 – 1,8 cm sedangkan tangga di ketiga sisi lainnya antara 0,2 – 1,3 cm (Taufik,2005:120).

Apabila keausan batu penyusun struktur tangga Candi Borobudur diasumsikan telah terjadi sejak pertama kali candi ini dibuka untuk kegiatan pariwisata, maka dengan jumlah pengunjung 35.766.820 orang mengakibatkan keausan sebesar 1,2 – 1,5 cm. Sehingga dapat diperkirakan 20 tahun kemudian dengan jumlah pengunjung yang sama, batu – batu tersebut mengalami keausan yang sudah membahayakan, yaitu 3 cm. Keausan batu akan lebih cepat lagi jika pengunjung candi mencapai 3.000.000 orang per tahun, dengan jumlah itu berarti setiap tahun batu – batu pada tangga atau lantai akan

mengalami keausan sebesar 0,1 – 0,32 cm (Taufik,2005:156).

Selain itu melalui “Kajian Struktur Permukaan Halaman Candi Borobudur dan Korelasinya Dengan Keausan Batu Tangga”(Brahmantara, 2008:35) juga menyampaikan bahwa keausan yang terbesar disebabkan karena aktivitas manusia. Material pasir yang terbawa pada alas kaki pengunjung candi, dapat memberikan gaya gesekan yang cukup signifikan pada lantai dan tangga candi, sehingga menimbulkan keausan pada permukaan batu. Pada tangga naik dari tahun 2003 sampai 2007 terjadi tingkat keausan sebesar 0,7 cm, dan untuk tangga turun (sisi utara, selatan dan barat) dari tahun 2003 sampai 2007 kenaikan tingkat keausan pertahunnya sebesar 0,8 cm. Dari hasil uji kekesatan permukaan dengan *Skid Pendulum Resistance* dapat diketahui bahwa nilai kekesatan permukaan Candi Borobudur ada pada nilai aman, namun untuk batu tangga, batu dengan asumsi umur 24 tahun yaitu batu yang dipasang pada saat pemugaran mempunyai nilai aman yang kritis dengan nilai *skid resistance* sebesar 37 BPN. Semakin tinggi tingkat keausan batu, maka memberikan nilai kekesatan permukaan yang semakin lemah.

Beberapa landasan hukum baik yang ada di Indonesia dan beberapa landasan hukum tentang pelestarian cagar budaya di dunia menyebutkan tentang usaha perlindungan dan pelestarian material cagar budaya. Dalam UU Cagar Budaya Nomor 11 Tahun 2010 pasal 77, ayat 1 menyebutkan “Pemugaran Bangunan Cagar Budaya dan Struktur Cagar Budaya yang rusak dilakukan untuk mengembalikan kondisi fisik dengan cara memperbaiki, memperkuat, dan/atau mengawetkannya melalui pekerjaan rekonstruksi, **konsolidasi**, rehabilitasi, dan restorasi. Sedangkan yang dimaksud dengan “konsolidasi” adalah perbaikan terhadap bangunan cagar budaya dan struktur cagar budaya yang bertujuan memperkuat konstruksi dan menghambat proses kerusakan lebih lanjut. Konsolidasi merupakan salah satu pekerjaan pada proses pemugaran. Hal ini dianggap sesuai dengan

upaya yang akan dilakukan pada kajian ini. Dikarenakan pembuatan model pelapis tangga candi merupakan upaya untuk menghambat proses kerusakan karena keausan batu akibat aktivitas pengunjung di atasnya.

The Venice Charter 1964 International Charter For The Conservation and Restoration Of Monuments And Sites article 10 menyebutkan bahwa

“ Where traditional techniques prove inadequate, the consolidation of a monument can be achieved by the use of any modern technique for conservation and construction, the efficacy of which has been shown by scientific data and proved by experience”

Sedangkan dalam The Burra Charte Australia ICOMOS 1999 article 4 poin 4.1 dan 4.2 disebutkan bahwa

4.1 Conservation should make use of all the knowledge, skills and disciplines which can contribute to the study and care of the place.

4.2 Traditional techniques and materials are preferred for the conservation of significant fabric. In some circumstances modern techniques and materials which offer substantial conservation benefits may be appropriate.

Dari beberapa kajian tentang keausan batu tangga Candi Borobudur di atas, diketahui bahwa faktor aktivitas manusia memegang peranan penting terhadap keausan khususnya pada tangga dan lantai Candi Borobudur. Mengenai langkah-langkah penanganannya, Taufik (2008:156) menyarankan untuk mengganti batu yang aus dengan batu yang baru. Sedangkan Brahmantara, dkk (2008:35) melalui kajiannya mengajukan saran menyangkut penataan dan pengenda-

lian pasir halaman, pengaturan jumlah pengunjung, penggunaan alas kaki khusus untuk naik ke candi, dan pembuatan lapisan pelindung pada tangga candi dengan beberapa bahan yang dapat melindungi dari keausan.

II. Nilai Keausan Batu Candi Borobudur

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan terhadap keausan batu penyusun struktur tangga candi yang dilakukan di awal tahun 2010, disampaikan bahwa persentase keausan mencapai tingkat yang mengkhawatirkan. Dari hasil pengamatan di lapangan dan perhitungan data didapatkan nilai keausan pada masing-masing sisi batu tangga Candi Borobudur dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 1. Jumlah dan Nilai Prosentase Keausan Batu Tangga
Candi Borobudur Sisi Timur

Posisi Tangga	Jumlah Batu Pijakan	Jumlah Keausan Batu Pijak		Persentase Keausan	
		Aus Sudut	Aus Bidang	Aus Sudut	Aus Bidang
Timur (halaman - selasar I)	41	41	30	100%	73,17%
Timur (Selasar I - Selasar II)	90	90	61	100%	67,78%
Timur (Selasar II - Lorong I)	48	48	26	100%	54,17%
Timur (Lorong I - Lorong II)	72	72	62	100%	86,11%
Timur (Lorong II - Lorong III)	52	52	43	100%	82,69%
Timur (Lorong III - Lorong IV)	56	56	41	100%	73,21%
Timur (Lorong IV - <i>Plateau</i>)	68	68	47	100%	69,12%
Timur (<i>Plateau</i> - Teras I)	26	26	22	100%	84,62%
Timur (Teras I - Teras II)	31	31	22	100%	70,97%
Timur (Teras II - Teras III)	28	28	23	100%	82,14%
Jumlah	512	512	377		
Rata - Rata Keausan				100%	74,40%

Tabel 2. Jumlah dan Nilai Prosentase Keausan Batu Tangga

Posisi Tangga	Jumlah Batu Pijakan	Batu Pijak		Persentase Keausan	
		Aus Sudut	Aus Bidang	Aus Sudut	Aus Bidang
Utara (halaman - selasar II)	81	81	31	100%	38,27%
Utara (Selasar II - Lorong I)	52	52	29	100%	55,77%
Utara (Lorong I - Lorong II)	55	55	21	100%	38,18%
Utara (Lorong II - Lorong III)	55	55	12	100%	21,81%
Utara (Lorong III - Lorong IV)	46	46	15	100%	32,61%
Utara (Lorong IV - <i>Plateau</i>)	55	55	3	100%	5,45%
Utara (<i>Plateau</i> - Teras I)	34	34	4	100%	11,76%
Utara (Teras I - Teras II)	32	32	8	100%	25,00%
Utara (Teras II - Teras III)	46	46	10	100%	21,74%
Utara (halaman - selasar II)	456	456	133	100%	38,27%
Jumlah	81	81	31		
Rata - Rata Keausan				100%	27,84 %

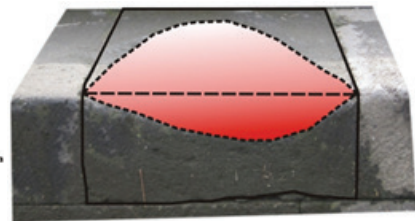
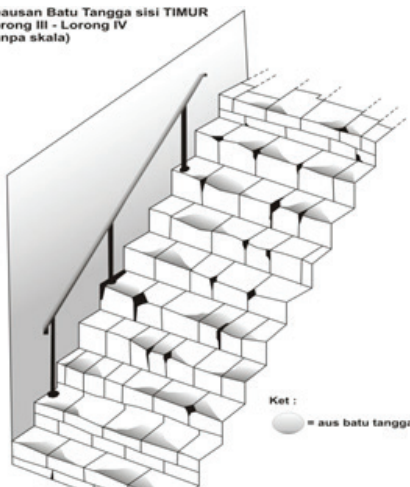
Tabel 3. Jumlah dan Nilai Prosentase Keausan Batu Tangga Candi Boro-

Posisi Tangga	Jumlah Batu Pijakan	Batu Pijak		Persentase Keausan	
		Aus Sudut	Aus Bidang	Aus Sudut	Aus Bidang
Barat (halaman - selasar I)	32	32	15	100%	46,87%
Barat (Selasar I - Selasar II)	106	106	53	100%	50,00%
Barat (Selasar II - Lorong I)	47	47	31	100%	65,96%
Barat (Lorong I - Lorong II)	72	72	69	100%	95,83%
Barat (Lorong II - Lorong III)	52	52	43	100%	82,69%
Barat (Lorong III - Lorong IV)	46	46	33	100%	71,74%
Barat (Lorong IV - <i>Plateau</i>)	59	59	41	100%	69,49%
Barat (<i>Plateau</i> - Teras I)	34	34	19	100%	55,88%
Barat (Teras I - Teras II)	36	36	18	100%	50,00%
Barat (Teras II - Teras III)	44	44	20	100%	45,45%
Jumlah	528	528	342		
Rata - Rata Keausan				100%	63,39 %

Tabel 4. Jumlah dan Nilai Persentase Keausan Batu Tangga

Candi Borobudur Sisi Selatan					
Posisi Tangga	Jumlah Batu Pijakan	Jumlah Keausan Batu Pijakan		Persentase Keausan	
		Aus Sudut	Aus Bidang	Aus Sudut	Aus Bidang
Selatan (halaman - selasar II)	92	92	12	100%	13,04%
Selatan (Selasar II - Lorong I)	115	115	46	100%	40,00%
Selatan (Lorong I - Lorong II)	70	70	59	100%	84,28%
Selatan (Lorong II - Lorong III)	54	54	15	100%	27,78%
Selatan (Lorong III - Lorong IV)	49	49	13	100%	26,53%
Selatan (Lorong IV - Plateau)	63	63	11	100%	17,46%
Selatan (Plateau - Teras II)	55	55	17	100%	30,91%
Selatan (Teras II - Teras III)	39	39	3	100%	7,69%
Selatan (halaman - selasar II)	537	537	176		
Selatan (Selasar II - Lorong I)	92	92	12	100%	13,04%
Jumlah	115	115	46	100%	40,00%
Rata - Rata Keausan				100%	30,96 %

Keausan Batu Tangga sisi TIMUR Lorong III - Lorong IV (tanpa skala)

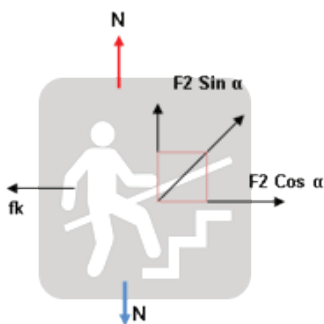


Gambar 1. Kondisi keausan yang terjadi pada batu tangga Candi Borobudur

Dari hasil pengamatan dan perhitungan persentase nilai keaus-

an pada masing-masing sisi batu tangga Candi Borobudur diketahui bahwa persentase nilai keausan yang terjadi pada sudut di semua sisi adalah **100 %** artinya semua blok batu tangga pada semua sisi dan di bagian sudut mengalami keausan. Persentase terbesar keausan permukaan batu tangga terjadi di sisi **timur** sebesar **74,40 %** dan di sisi **utara** yaitu sebesar **63,39 %**. Jika melihat pada data penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Taufik pada tahun 2005 dan Brahmantara pada tahun 2008 tingkat keausan yang terjadi mempunyai hasil yang sama yaitu pada sisi timur sebagai pintu masuk naiknya pengunjung ke atas candi dan pada bagian sisi utara sebagai pintu keluar turunnya pengunjung Candi Borobudur. Nilai keausan pada permukaan batu tangga dipengaruhi oleh nilai gesekan yang dihasilkan oleh alas kaki pengunjung yang naik dan yang turun. Nilai gesekan yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis alas kaki dan berat pengunjung. Nilai pembebanan, gaya gesek dan koefisien gesek pada saat pengunjung naik dan pada saat turun berpengaruh terhadap laju keausan dan nilai kekesatan permukaan material batu. Hasil perhitungan laju keausan dan nilai kekesatan permukaan adalah sebagai berikut :

1. Analisa Keausan Batu pada Tangga ketika posisi pengunjung naik



Dimana

N = gaya normal

f_k = gaya gesekan

W = berat sendiri

F_2 = gaya gerak sendiri yang terjadi ketika mengangkat kaki

Nilai gesekan yang dihasilkan pada saat pengunjung naik ke candi dapat dihitung sebagai berikut :

Sudut yang dibentuk ketika orang berjalan naik pada tangga adalah sudut resultan dengan asumsi besar sudut 38° . Gaya gerak (F_2) dicari dengan menggunakan rumus neraca pegas. Dicari dulu nilai gaya berat (N) yang terjadi :

$$\begin{aligned} N + F_2 \sin \alpha &= W \\ N &= W - F_2 \sin \alpha \\ &= m \cdot g - F_2 \sin \alpha \\ &= 60.9,8 - 512,16 \cdot 0,616 \\ &= 276 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya gesek (f_k) yang dihasilkan sebesar :

$$\begin{aligned} f_k &= \mu_k \cdot N \\ &= \tan 38^\circ \times 276 \\ &= 215,28 \text{ N} \end{aligned}$$

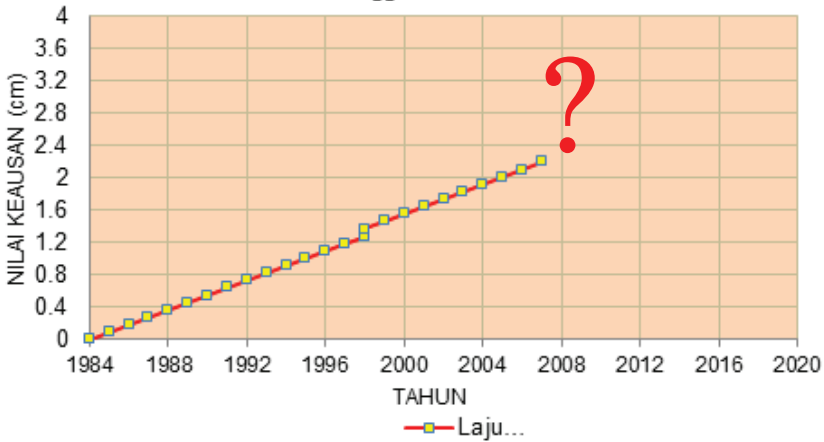
Dari data perhitungan diatas maka untuk Nilai keausan batu pada tangga dicari :

$$\begin{aligned} h &= \frac{f_k \times s}{F_1} \\ h &= \frac{215,28 \times 0,05}{2,14 \times 10^{10}} \\ &= \frac{10,7654}{2,14 \times 10^{10}} = 5,03 \cdot 10^{-10} \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi nilai keausan pada permukaan tangga candi pada 1 pengunjung yang naik ke atas candi sebesar : $5,03 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.

Dengan hitungan berdasarkan Asumsi Jumlah Pengunjung Per tahun $\pm 1,8$ juta, dengan kondisi saat ini rata – rata jumlah pengunjung Per tahun $\pm 3,3$ juta, maka tingkat keausan pada tangga naik pengunjung dapat diprediksi dalam grafik sebagai berikut :

Grafik 1. Laju Keausan Batu Tangga Candi Borobudur
Pada Tangga naik candi Sisi Timur



2. Analisa Keausan Batu pada Tangga ketika posisi pengunjung turun



Sudut yang dibentuk ketika orang berjalan pada lantai adalah horizontal diasumsikan sebesar 38° . Gaya gerak (F_2) ketika kaki mengayun kebawah = 0, gaya tahan batu F_1 sebesar $2,14 \times 10^{10}$ newton. Koefisien gesek (μ_k) = 0,78

Pertama kita cari gaya berat (N) yang terjadi :

$$\begin{aligned} N &= W \\ &= m \cdot g \\ &= 60 \times 9,8 \\ &= 588 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya gesek (f_k) yang dihasilkan sebesar :

$$\begin{aligned} f_k &= \mu_k \times N \\ &= 0,78 \times 276 \\ &= 458,64 \text{ N} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas maka Nilai keausan tangga dicari :

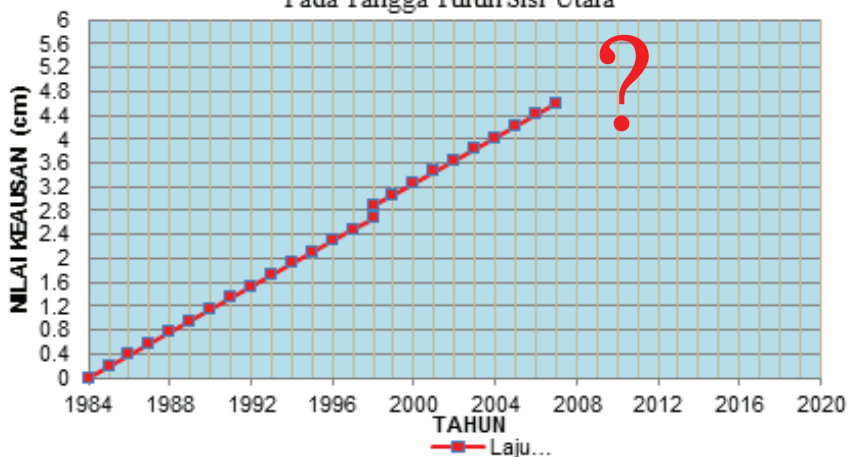
$$\begin{aligned} h &= f_k \times s \\ &\quad F1 \\ &= 458,64 \times 0,05 \\ &\quad 2,14 \times 10^{10} \\ &= 22,932 \\ &\quad 2,14 \times 10^{10} \end{aligned}$$

$$= 10,72 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Jadi nilai keausan pada permukaan tangga candi pada 1 pengunjung yang turun dari candi sebesar : $10,72 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.

Dengan asumsi perhitungan jumlah pengunjung per tahun $\pm 1,8$ juta dan kondisi saat ini rata – rata jumlah pengunjung Per tahun $\pm 3,3$ juta, maka laju keausan pada tangga turun dapat diprediksi dalam grafik sebagai berikut :

Grafik 2. Laju Keausan Batu Tangga Candi Borobudur Pada Tangga Turun Sisi Utara



3. Nilai Kekesatan Permukaan Batu

Nilai kekesatan sebuah permukaan batu merupakan salah satu indikator yang bisa digunakan untuk mengetahui seberapa besar beban dan gesekan yang sudah terjadi pada suatu permukaan batu. Nilai kekesatan juga bisa menunjukkan gaya gesek yang terjadi pada sebuah permukaan batu. Dari besaran nilai kekesatan ini pula bisa diketahui seberapa licin sebuah permukaan batu ketika mengalami gesekan. Untuk mengetahui tingkat kekesatan batu lantai dan batu pada tangga Candi Borobudur dilakukan pengujian kekesatan permukaan permukaan menggunakan alat British Pendulum Tester (BPT).

Gambar 2. Pengukuran nilai uji kekesatan permukaan dengan alat British Pendulum Tester (BPT)



Tabel 5. Pengukuran nilai uji kekesatan permukaan

No	Sample Section	Surface Texture	Temperature (°C)	Skid Resistance Value	Mean	Remarks
UJI LABORATORIUM						
1.	Batu lantai I	Kasar	28 °C	50;50;48;50;50	50	
2.	Selasar Sisi Barat	Kasar	28,6 °C	69;64;59;59;59	59	
UJI LAPANGAN						
1.	Tangga Sisi Timur Tingkat I	Kasar	39,5 °C	45;45;45;45;45	45	
			37 °C	34;34;34;34;34	34	
2.	Tangga Sisi Selatan Tingkat I	Kasar	37 °C	34;34;34;34;34	34	
	PERBANDINGAN Sampel batu baru Selasar Sisi timur bid. d	Kasar	38,5 °C	70;70;67;67;67	67	

Dengan asumsi bahwa batu tangga tersebut dipasang pada saat pemugaran dan mempunyai umur 24 tahun maka uji nilai kekesatan permukaan menghasilkan data sebagai berikut :

1. Tangga sisi timur mempunyai nilai yang **kritis** dengan nilai uji *skid resistance* sebesar 45
2. Tangga sisi selatan mempunyai nilai aman yang **mendekati kritis** nilai uji *skid resistance* sebesar 37

Sedangkan untuk sampel batu baru yang diambil pada bagian selasar sisi timur mempunyai nilai kekesatan yang paling baik yaitu dengan nilai uji sebesar 67.

Dari data perhitungan nilai kekesatan permukaan, nilai keausan yang dihasilkan oleh satu pengunjung yang naik candi dan prediksi laju keausan pada beberapa periode waktu selanjutnya dapat diketahui bahwa tingkat dan laju keausan yang terjadi sangatlah mengkhawatirkan. Di sisi lain, pola pengaturan jumlah pengunjung yang naik ke candi belum ada upaya pembatasan baik jumlah dan waktu kunjungan di atas candi. Sebagai upaya meminimalkan tingkat keausan yang terjadi, salah langkah yang dilakukan oleh Balai Konservasi Borobudur adalah uji coba pelapisan permukaan batu tangga dengan beberapa alternatif material.

III. Pemilihan Material Pelapis Batu Tangga Candi Borobudur

Dari rekomendasi hasil kajian yang sudah dilaksanakan adalah usaha meminimalkan terjadinya keausan batu Candi Borobudur, terutama pada bagian tangga dengan pelapisan atau *covering*. Pemilihan material yang akan digunakan sebagai bahan pelapis tangga tidaklah mudah, ada beberapa kriteria dan dasar yang digunakan sebagai pertimbangan pemilihan bahan tersebut. kriteria aspek yang

menjadi pertimbangan dalam pemilihan material tersebut yaitu :

1. **Aspek Arkeologis**

Aspek arkeologis merupakan pertimbangan yang berkaitan dengan kaidah-kaidah yang harus dilakukan dalam penanganan material cagar budaya

2. **Aspek Teknis**

Aspek teknis terdiri dari beberapa hal yang berkaitan dengan unsur teknis sebuah perencanaan, perancangan dan pemilihan material. Kriteria dalam aspek teknis ini antara lain :

- a. Aman terhadap faktor pembebanan yang terjadi. Dalam hal ini beban yang dimaksud adalah beban pengunjung yang naik ke candi.
- b. *Nondestructive* yaitu desain pelapis tangga dan material yang dipilih tidak menimbulkan kerusakan pada batunya itu sendiri.
- c. Tahan terhadap perubahan iklim, cuaca, dan lingkungan.

3. **Aspek Keamanan**

Aspek ini berkaitan dengan faktor keamanan terhadap pengunjung yang naik. Desain pelapis dan material yang digunakan tidak membahayakan pengunjung.

4. **Aspek Kenyamanan**

Kenyamanan juga menjadi satu hal yang dipertimbangkan dalam perancangan desain dan pemilihan material. Rancangan pelapisan tangga ini harus memberikan kenyamanan bagi para pengunjung ketika akan naik maupun menuruni

tangga candi.

5. Aspek Estetika dan Visual

Aspek estetika dan visual ini juga menjadi satu dasar pertimbangan yang penting dalam perancangan bentuk dan pemilihan material yang akan digunakan. Estetika dan visual terkait dengan bagaimana sebuah intervensi dalam kerangka penanganan keausan batu tangga candi ini tidak menghasilkan *visual pollution* atau polusi visual. Polusi visual yang dimaksud adalah terkait dengan bentuk, warna dan dimensi yang dihasilkan tidak menimbulkan kontras dengan candinya itu sendiri.

Uji coba awal yang dilakukan oleh tim kajian Balai Konservasi Borobudur pada tahun 2010 digunakan beberapa pemilihan material pelapis tangga yaitu :

1. Kayu reng jati
2. Papan jati
3. Akrilik Tembus Pandang
4. Mortar Berpori, Menggunakan Epoxy Resin, Sikadur 31 CF dan EP-IS AW 2101 dengan

campuran bubukan batu dan pasir

Hasil pengujian pada keempat bahan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing – masing misalnya pada bahan kayu yang mudah di olah tetapi dari segi estetika dan ketahanan kurang baik. Sedangkan pada mortar dengan perekat Sikadur maupun EP-IS sebenarnya baik, apabila digunakan untuk menutup bidang tangga yang aus. Tetapi dari kaidah arkeologi tidak sesuai. Hal ini dikare-

nakan penggunaan mortar yang melapisi pijakan tangga candi termasuk ke dalam penambahan dan perubahan struktur yang dinilai kurang baik (Setyawan, 2010). Dari hasil kajian awal tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan material kayu sebagai bahan pelapis tangga candi mempunyai kelebihan dibandingkan dengan material pilihan lainnya.

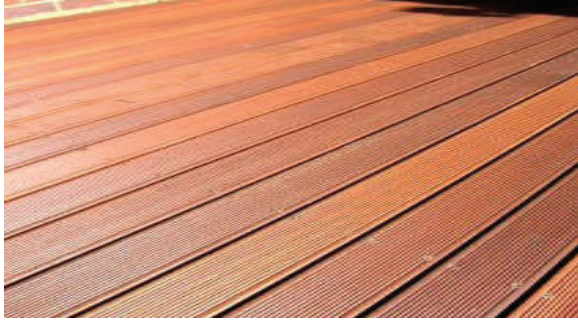
Kajian desain, bentuk dan penerapan di lapangan kemudian dilanjutkan kembali mulai tahun 2014. Kajian lanjutan ini berkonsentrasi pada pemilihan material yang akan digunakan, desain / konstruksi penopang material, pemasangan pada tangga candi dan monitoring ketahanan material dengan uji coba langsung pada tangga Candi Borobudur.

Pada kajian lanjutan ini pemilihan material sebagai bahan pelapis tangga dipertimbangkan pada hasil kajian yang sudah dilakukan yaitu material kayu dan alternatif material baru yang akan diujicobakan pada kajian lanjutan ini adalah karet. Dasar penentuan jenis karet yang akan digunakan pada kajian lanjutan ini Balai Konservasi Borobudur bekerja sama dengan Balai Besar Karet Kulit dan Plastik untuk pelaksanaan kajiannya.

1. **Pemilihan material kayu** yang akan diujicobakan sebagai bahan pelapis batu tangga candi terdiri dari dua jenis kayu :

- a. **Kayu Ulin** Nama *Latin Eusideroxylon Zwageri*

Kayu ulin banyak digunakan sebagai konstruksi bangunan berupa tiang bangunan, sirap (atap kayu), papan lantai, kosen, bahan untuk bangunan jembatan, bantalan rel kereta api dan kegunaan lain yang memerlukan sifat-sifat khusus awet dan kuat. Kayu ulin termasuk kayu Kelas Kuat I dan Kelas Awet I.



Gambar 3. Kayu Ulin

b. Kayu Jati Nama *Latin Tectona Grandis*

Kayu jati sering dianggap sebagai kayu dengan serat dan tekstur paling indah. Karakteristiknya yang stabil, kuat dan tahan lama membuat kayu ini menjadi pilihan utama sebagai material bahan bangunan. Termasuk kayu dengan Kelas Awet I, II dan Kelas Kuat I, II. Kayu jati juga terbukti tahan terhadap jamur, rayap dan serangga lainnya karena kandungan minyak di dalam kayu itu sendiri.



Gambar 4. Kayu Jati

Karakteristik jenis kayu yang dipilih sebagai alternatif pelapis tangga adalah **Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) 1979** dengan karakteristik sesuai dengan tabel sebagai berikut :

Tabel 6. Klasifikasi Kelas Kuat Kayu dalam
Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) 1979

Kelas Kuat	Berat Jenis	Tekan-Tarik // Serat (kgf/cm ²)		Tarik ⊥ Serat (kgf/cm ²)		Kuat Lentur (kgf/cm ²)	
		Absolut	Ijin	Absolut	Ijin	Absolut	Ijin
I	≥0.900	>650	130		20	>1100	150
II	0.600-0.900	425-650	85		12	725-1100	100
III	0.400-0.600	300-425	60		8	500-725	75
IV	0.300-0.400	215-300	45		5	360-500	50
V	≤0.300	< 215	-		-	<360	-

Tabel 7. Klasifikasi Kelas Kuat Kayu Berdasarkan Lingkungannya
dalam

Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) 1979

Kondisi konstruksi	Kelas Awet / Umur Konstruksi				
	I	II	III	IV	V
1. Berhubungan dengan tanah lembab	8	5	3	Pendek	Pendek
2. Terbuka namun terlindung dari matahari dan hujan	20	15	10	Pendek	Pendek
3. Terlindung dari udara bebas tapi tak di coating	Tak terbatas	Tak terbatas	Cukup lama	Pendek	Pendek
4. Terlindung dari udara bebas dan dipelihara/dicoating	Tak terbatas	Tak terbatas	Tak terbatas	20 tahun	20 tahun
5. Diserang hama/rayap	Tidak	Jarang	Agak Cepat	Cepat	Cepat

Tabel 8. Klasifikasi Kelas Kuat Kayu Berdasarkan Kelas Pemakaian dalam Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) 1979

Teknologi kayu

Tabel 1.3. Penggolongan Kayu berdasarkan Kelas Pemakaian

Kelas Pemakaian	Ditetapkan dari		Keterangan
	Kelas Keawetan	Kelas Kekuatan	
I	I	I	Konstruksi berat, selalu terkena pengaruh cuaca, seperti teras, me-nara, berada di atas tanah, atau ter-kena panas matahari langsung.
II	II	II	Konstruksi berat yang terlindung berada di bawah atap dan tidak berhubungan dengan tanah basah.
III	III	III	Konstruksi ringan yang terlindung berada di bawah atap.
IV	IV	IV	Konstruksi yang bersifat tidak permanen.

Tabel 1.4. Penggolongan Kayu berdasarkan Mutu

Urutan	Mutu A	Mutu B
Kadar longgar	Harus kering udara	Kadar longgar $\leq 30\%$
Mata kayu	Besarnya mata kayu balok atau $\leq 3,5$ cm	Besarnya mata kayu $\leq 1/4$ lebar balok atau ≤ 5 cm
Kandungan warwick	Kandungan warwick (kayu gubal) $\leq 1/10$ tinggi balok	Kandungan warwick (kayu gubal) $\leq 1/10$ tinggi balok
Kemiringan arah serat	Kemiringan arah serat $\tan \alpha \leq 1/10$	Kemiringan arah serat $\tan \alpha \leq 1/7$

Kelompok v

Page 6

2. Pemilihan material karet

Material karet digunakan sebagai pelapis permukaan tangga dan sebagai bantalan rangka yang akan digunakan sebagai konstruksi penopang. Pemilihan material karet sebagai bahan pelapis dan bantalan rangka penopang mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia) 3967:2008 tentang karakteristik karet.

Jenis material karet yang akan digunakan dalam ujicoba pelapisan tangga ini terdiri dari :

- Tipe *Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM)* merupakan karet sintetis paling padat dan paling tahan air. Tipe ini juga sangat lentur baik pada suhu rendah maupun tinggi, memiliki daya tahan yang sangat baik terhadap abrasi, sobekan, dan bahan kimia berbasis air, serta memiliki hambatan listrik yang baik. Karet yang digunakan pada pekerjaan

Tabel 9. Karakteristik Karet menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) 3967:2008

Tabel 1 Sifat-sifat karet

Pengujian	Standar	Karet alam				Karet sintesis (Neoprene)				Satuan
		50 duro	60 duro	70 duro	80 duro	50 duro	60 duro	70 duro	80 duro	
Sifat fisik										
Modulus geser minimum	D. 412	0,80	0,80	0,80	0,80	0,55	0,55	0,55	0,55	MPa
Kekerasan shore "A"	D.2240	50 ± 5	60 ± 5	70 ± 5	80 ± 5	50 ± 5	60 ± 5	70 ± 5	80 ± 5	Point
Kuat tarik minimum		15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	MPa
Perpanjangan ultimat minimum	D. 412	450	400	300	400	400	350	300	400	%
Ketahanan terhadap panas (heat resistance)										
Temperatur spesifik pengujian		70	70	70	100	100	100	100	100	°C
Lama pengusangan (aging)		168	168	168	70	70	70	70	70	Jam
Perubahan mak. kekerasan "shore A"	D. 573	+10	+10	+10	+15	+15	+15	+15	+15	Point
Perubahan maksimum pada kuat tarik		-25	-25	-25	-15	-15	-15	-15	-15	%
Perubahan maksimum pada perpanjangan ultimat		-25	-25	-25	-40	-40	-40	-40	-40	%
Perubahan akibat tekanan (compression set)										
Temperatur spesifik pengujian	D. 395	70	70	70	100	100	100	100	100	°C
Perubahan mak. yang diizinkan setelah 22 jam	Metoda B	-25	-25	-25	-35	-35	-35	-35	-35	%
Kuat lekat (adhesion strength)										
Kuat lekat minimum yang diizinkan	D. 429	40	40	40	40	40	40	40	40	lb/in
Ketahanan ozon										
Konsentrasi ozon		25	25	25	100	100	100	100	100	MPa
Lama pengujian	D. 1149	48	48	48	100	100	100	100	100	Jam
Dengan regangan 20% pada temperatur ± 37,7°C prosedur penempatan D. 518, prosedur A		Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	Tanpa retak	

pelapis tangga ini adalah berbentuk Butiran/Granule dengan tipe jenis EPDM ukuran butiran 0,3 mm – 0,4 mm warna hitam menyesuaikan warna dari batu tangga.

EPDM memiliki sifat tidak mudah teroksidasi oleh udara, serta ketahanan terhadap ozon. EPDM juga memiliki tingkat kepolaran yang lebih rendah dibanding dengan karet alam. Tingkat ketahanannya dalam pelarut polar dan minyak sangat rendah (Li, 2008).

Polimer EPDM memiliki berat molekul yang tinggi dan merupakan elastomer padat. EPDM memiliki nilai viskositas larutan encer (Dilute Solution Viscosity/DSV) 1,6 – 2,5, yang diukur dengan 0,2 g EPDM per desiliter toluena pada temperatur 25°C. Karet EPDM memiliki nilai kekuatan tarik kira-kira 800-1800 psi (sekitar 5,51-12,40 MPa) dan kemuluran sebesar 600% (Batiuk, et al, 1976).



Gambar 5. Jenis karet EPDM granule yang digunakan sebagai bahan uji coba pelapisan tangga

Lem perekat yang digunakan adalah jenis Polyurethane MDI Prepolymer cair, dengan karakteristik perekat granule karet yang kuat dan setelah kering akan mempunyai sifat seperti karet itu sendiri dan tahan terhadap cuaca.

Polyurethane merupakan polimer dengan berbagai kegunaan dan aplikasi yang sangat luas. Polyurethane dihasilkan dari reaksi kimia antara isocyanate dengan polyol. Isocyanate adalah molekul yang mengandung gugus isocyanate (-NCO), sedangkan polyol merupakan sebutan dari alkohol derajat tinggi. Reaksi kimia ini pertama kali ditemukan oleh Wurtz dan Hofman pada tahun 1849, kemudian pada tahun 1937 Bayer menemukan dan mengembangkan produk secara komersial dengan cara mereaksikan heksametilena diisocyanate dengan 1,4 butanediol. Polyurethane foam ditemukan oleh Bayer pada tahun 1947 kemudian mulai diperkenalkan di pasaran pada tahun 1955 (Priester dan Turner, 1994). Setelah mengalami berbagai pengembangan, terjadi kemajuan yang sangat pesat pada industri kimia polyurethane untuk menghasilkan foam, elastomer, perekat, serat dan pelapis permukaan. Pada saat ini 85% produk polyurethane berupa foam.

- b. *Bantalan karet* merupakan salah satu komponen yang pada saat ini banyak digunakan dalam struktur jembatan yang berfungsi sebagai media penyalur beban antara bangunan atas

dengan bangunan bawah jembatan. Berdasarkan fungsinya tersebut, maka kualitas dari bantalan karet yang akan digunakan harus sesuai dengan persyaratan yang ditentukan sehingga perlu dilakukan pengujian-pengujian di laboratorium untuk menguji kualitas dari bantalan karet tersebut. Bantalan karet terdiri dari **bantalan berlapis (laminasi)** bantalan elastomer yang terdiri dari karet dan menggunakan lapisan pelat baja atau lapisan anyaman (*fabric*) dan **bantalan polos** yaitu bantalan elastomer yang hanya terdiri dari karet saja.

Formula bantalan karet yang digunakan sebagai pelindung kontak plat kaki rangka dengan batu tangga menggunakan bahan dari komposit karet NR/EPDM yang diperkuat dengan serat. Serat yang digunakan adalah serat alam (serat daun nanas /PALF dan serat gewang) dan serat sintetis (*fiberglass*).



Gambar 6. Bantalan karet

3. Pemilihan material rangka konstruksi

Desain pelapisan tangga candi dirancang dengan sistem minimal kontak langsung dengan batu tangga yang akan dilapisi. Oleh karena itu diperlukan rangka konstruksi yang kuat yang berfungsi sebagai penopang material utama pelapis candi. Rangka konstruksi yang akan digunakan terdiri dari beberapa alternatif bahan yaitu :

- a. Rangka kayu
- b. Rangka besi (stal / kotak)
- c. *Wire mesh* sebagai konstruksi penopang karet granule.

IV. Desain Dan Model Uji Coba Pelapis Batu Tangga

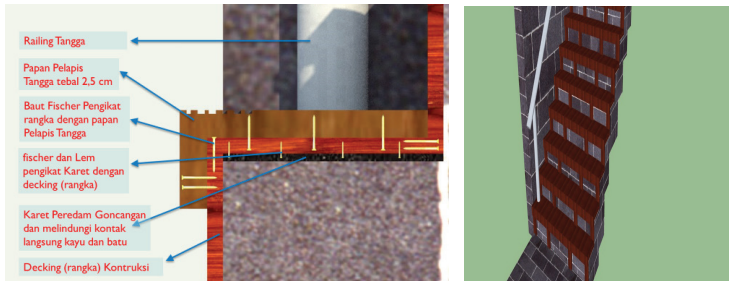
a. Desain dan Model Pelapis Tangga

Dari dasar pemilihan material yang sudah dilakukan kemudian dibuat beberapa desain pelapisan tangga yang kemudian diujicobakan pada tangga Candi Borobudur. Desain dan model uji coba ini terdiri dari 4 model :

1. Model 1

Model pertama ini menggunakan rangka konstruksi kayu dan material pelapis permukaan batu tangga juga kayu. Kayu yang digunakan adalah kayu jati. Alternatif lain yang akan menggunakan kayu ulin sebagai pembanding tidak dilakukan karena proses pengadaan dan ketersediaan kayu ulin yang benar-benar sesuai dengan persyaratan pada Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia ternyata sulit didapatkan. Oleh karena itu konsentrasi pemilihan material kayu yang akan digunakan adalah

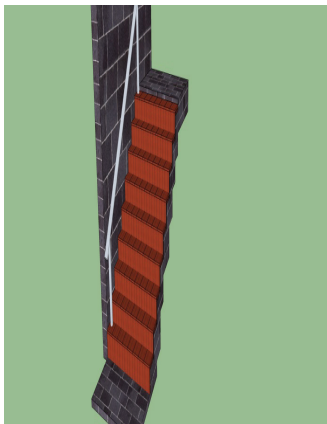
kayu jati. Pada model 1 ini bidang kontak antara konstruksi kayu dengan permukaan batu dilapisi dengan karet sehingga tidak terjadi kontak langsung yang dikhawatirkan akan justru menimbulkan kerusakan pada material permukaan batunya.



Gambar 7. Desain **Model 1** pelapisan tangga candi.

2. **Model 2**

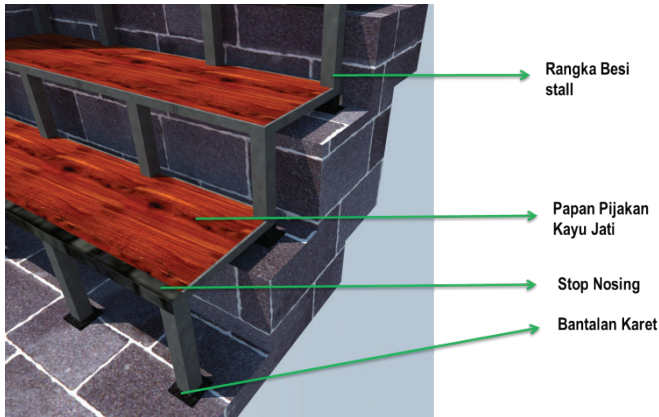
Model kedua ini tidak jauh berbeda dengan model pertama. Perbedaan pada model kedua ini adalah pelapis yang dipasang pada bagian permukaan horizontal tangga (*antrede*) dan sisi vertikal (*oftrede*).



Gambar 8. Desain **Model 2** pelapisan tangga candi.

3. Model 3

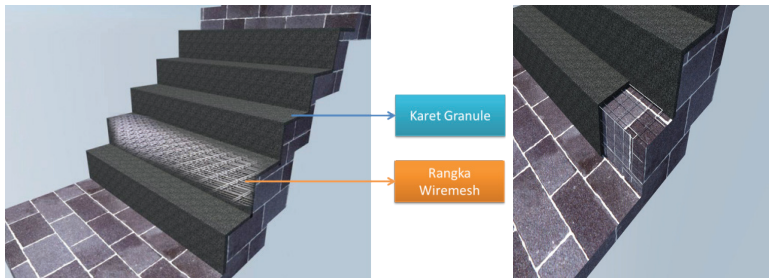
Model ketiga ini menggunakan rangka besi stal (kotak) sebagai rangka konstruksi penopang papan pelapis dan menggunakan bantalan karet yang dipasang pada kaki-kaki rangka besi.



Gambar 9. Desain **Model 3** pelapisan tangga candi.

4. Model 4

Model keempat ini yang cukup berbeda dengan tiga model sebelumnya. Material pelapis yang digunakan adalah karet granule (butiran) yang dicampur dengan menggunakan lem, sedangkan konstruksi penopang menggunakan *wire mesh* besi.



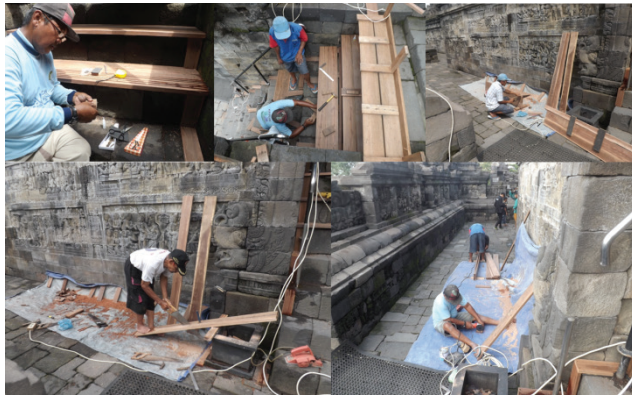
Gambar 10. Desain **Model 4** pelapisan tangga candi

b. Uji Coba Model

Rancangan dengan desain sebanyak 4 model tersebut kemudian dibuat dan diujicobakan pada batu tangga Candi Borobudur. 4 model tersebut dipasang pada masing-masing sisi tangga timur, utara, barat dan selatan. Desain model 3 yaitu pelapis dengan material kayu jati dan rangka konstruksi besi dipasang di bagian timur, sisi yang digunakan pengunjung naik ke candi. Model 1 dipasang di sisi utara, model 2 dipasang di sisi selatan dan model 4 dipasang di sisi barat. Model pelapis tangga yang diujicobakan ini diharapkan banyak dilalui dan diinjak oleh pengunjung karena semakin banyak beban yang menekan konstruksi pelapis ini, akan diketahui bagaimana kekuatan dari sistem konstruksi yang direncanakan tersebut. Masing-masing model akan diketahui titik-titik lemahnya pada bagian apa.

Pembuatan model pelapisan dengan variasi model sebanyak 4 model ini dilakukan langsung di lapangan yaitu pada tangga Candi Borobudur. Pembuatan model harus dilakukan langsung di lokasi karena ukuran masing-masing trap tangga yang tidak sama persis, ada beberapa selisih dimensi walaupun hanya sedikit, namun jika ini dibuat hanya berdasarkan data ukuran di atas kertas saja akan sangat sulit untuk mendapatkan hasil yang presisi dengan detail ukuran di lapangan dan kemungkinan besar konstruksi pelapis tangga tidak akan bisa terpasang. Pembuatan konstruksi rangka dan pelapis

dilakukan dengan hati-hati karena ruang yang ada di lokasi sangat terbatas, kebersihan dan keamanan terhadap batu-batu disekelilingnya harus benar-benar diperhatikan.



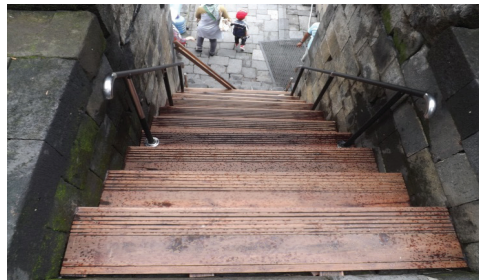
Gambar 11. Proses pembuatan model pelapis tangga candi



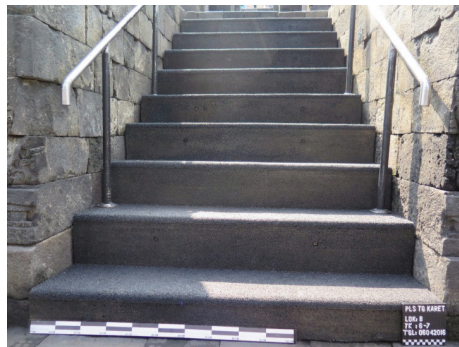
Gambar 12. Proses pembuatan model pelapis tangga candi
(model dengan bahan karet granule)



Gambar 13. Pemasangan pelapis tangga candi



Gambar 14. Hasil pemasangan model



Gambar 15. Hasil pemasangan model tangga pelapis karet

Setelah model terpasang pada keempat sisi candi (timur, barat, selatan dan utara) kemudian dilakukan monitoring uji pelapisan tangga. Beberapa paramater yang dimonitoring antara lain pengukuran suhu dan tingkat kelembaban pada bagian rongga di antara konstruksi dan permukaan batu, karena pada bagian tersebut sangat dimungkinkan terjadinya tingkat kelembaban yang tinggi yang akan memicu tumbuhnya lumut dan mikroorganisme lainnya. Pengamatan juga dilakukan pada desain konstruksi yang terpasang untuk mengetahui tingkat kekuatan dan keawetan desain setelah mendapat perlakuan dan tekanan dari pengunjung yang naik. Pengamatan terhadap parameter kekuatan desain konstruksinya ini sangat penting karena faktor ini akan mempengaruhi kemungkinan kegagalan desain dari aspek lain seperti keamanan dan kenyamanan. Ukuran asli tangga Candi Borobudur yang cenderung tinggi dan curam juga merupakan satu kendala dalam pembuatan model di lapangan. Jika jarak rangka konstruksi diambil terlalu jauh akan menghasilkan tangga pelapis yang lebih tinggi dari dimensi asli tangga candi, hal ini akan berakibat pada ketidaknyamanan dan ketidakamanan ketika pengunjung menapak dan menaiki tangga tersebut. Pengambilan jarak dengan permukaan batunya harus dilakukan seminimal mungkin.





Gambar 14. Uji coba model pelapis tangga

V. Hasil Uji Coba Pelapis Batu Tangga Candi Borobudur

Uji coba dilakukan selama kurang lebih 3 bulan pada bulan-bulan kunjungan *peakseason* atau pada saat ramai pengunjung / liburan. Beban maksimal terhadap desain / rancangan konstruksi pelapis tangga sangat dibutuhkan untuk mengetahui tingkat kekuatan dan keawetan konstruksi yang sudah dibuat beban dan lalu lintas kunjungan pada tangga candi tidak mudah untuk dilakukan perhitungan di atas kertas oleh karena itu uji eksperimental dalam bentuk uji coba model dilapangan seperti yang dilakukan ini merupakan satu metode yang cukup tepat dilakukan untuk mengetahui karakteristik, kelemahan dan kelebihan dari rancangan / desain pelapis tangga yang akan dibuat.

Pada uji coba model pelapis tangga pada Candi Borobudur, **model 4** yaitu pelapis dengan material karet granule dan rangka *wire mesh* ini dilakukan paling akhir karena bahan karet EPDM granule ini tidak tersedia di pasaran dalam volume yang banyak sehingga harus dilakukan pemesanan. Dari aspek kerumitan pembuatannya, model 4 ini paling rumit pembuatannya karena desain konstruksi *wire mesh* tidak bisa pesan dari pabrikan karena dimensi tangga candi yang khusus dan tidak sama antara satu trap dengan trap lainnya. Kemudian dari proses pelapisan material karet granule juga dibutuhkan waktu dan proses yang tidak singkat dan mudah. Pencampuran menggunakan lem harus dilakukan

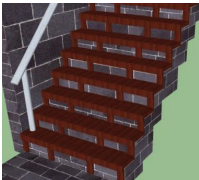
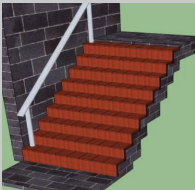
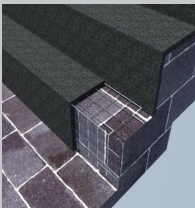
dengan merata untuk mendapatkan hasil yang bagus dan kering yang sempurna. Proses penghamparan dan pemadatan pada rangka yang sudah dibuat juga harus dilakukan dengan hati-hati mengingat rangka ini langsung terpasang pada permukaan batu dan hanya diberikan sekat plastik untuk menghindari kontak langsung dengan permukaan batunya.

Setelah beberapa waktu hasil rancangan model pelapis tangga mulai memperlihatkan hasil. Ada beberapa konstruksi yang tidak kuat dan akhirnya rusak setelah mendapat tekanan beban dari pengunjung tapi ada juga model yang kuat dan dalam kondisi baik walaupun sudah mendapat perlakuan beban dan tekanan kaki pengunjung candi. Beberapa kondisi model hasil ujicoba dapat dilihat dari hasil monitoring tim teknis Balai Konservasi Borobudur.



Dari hasil monitoring terhadap keseluruhan model didapatkan rekapitulasi hasil monitoring dari aspek kelemahan, kelebihan masing-mas-

ing model. Parameter pengamatan dikelompokkan menjadi 6 aspek yaitu : keamanan konstruksi, keawetan konstruksi, ketahanan material, kemudahan dalam perawatan (*maintenance*),kemudahan pengerjaan dan visual estetika. Pengamatan terhadap beberapa parameter tersebut dinilai dalam skor, dengan skor maksimal adalah 5. Dari pengamatan terhadap empat model yang diujicobakan diperoleh hasil pengamatan sebagai berikut :

Tabel 10. Hasil Pengamatan Ujicoba Model Pelapisan Tangga Candi Borobudur								
No	Model	Parameter Pengamatan						
		Keamanan konstruksi	Keawetan konstruksi	Ketahanan Material	Maintenance	Kemudahan pengerjaan	Visual estetika	
1	Model 1		△△△	△△△	△△△	△△	△△△△	△△△△
2	Model 2		△△△△	△△△	△△△	△△	△△△△	△△△△
3	Model 3		△△△△△	△△△△△	△△△△△	△△△△△	△△△△	△△△△
4	Model 4		△△△△	△△△	△△△	△△△	△	△△△△△

VI. Kesimpulan Dan Rekomendasi

Dari analisis data keausan batu tangga dan pengamatan model pelapisan tangga terhadap empat model yang diujicobakan pada empat sisi candi didapatkan kesimpulan dan rekomendasi sebagai berikut :

Kesimpulan

1. Keausan batu tangga Candi Borobudur disebabkan oleh gesekan alas kaki pengunjung dan terbawanya material pasir di halaman candi yang memperkuat proses keausan permukaan batu tangga candi.
2. Dari hasil pengamatan dan pengukuran nilai keausan permukaan didapatkan hasil bahwa nilai keausan terbesar terjadi pada sisi timur sebesar **74,40 %** kemudian sisi utara **63,39 %**, sisi selatan **30,96 %** dan sisi barat sebesar **27,84 %**. Sisi timur merupakan tempat pengunjung naik ke candi dan sisi utara adalah tempat pengunjung turun dari candi.
3. Dari hasil pengukuran tingkat keausan akibat nilai gesekan alas kaki pengunjung dan nilai kekesatan permukaan batu hasil pengukuran dengan *Skid Pendulum Resistance* diketahui bahwa laju keausan pada batu tangga Candi Borobudur mengalami laju yang kritis dan mengkhawatirkan. Jika tidak ada langkah penanganan dan perlindungan terhadap tingkat keausan yang terjadi maka pada periode tertentu dengan jumlah pengunjung yang tidak terkendali keausan batu tangga akan menjadi parah dan nilai keaslian (*authenticity*) batu tangga Candi Borobudur tersebut akan berangsur hilang.
4. Dari hasil uji coba dan pengamatan terhadap beberapa model pelapis batu tangga Candi Borobudur didapatkan hasil bahwa **mod-**

el 4 merupakan model yang mempunyai nilai skor tertinggi dari lima parameter pengamatan, keamanan konstruksi, keawetan konstruksi, ketahanan material, kemudahan dalam perawatan (*maintenance*),kemudahan pengerjaan dan visual estetika.

Rekomendasi

1. Ancaman terhadap nilai kelestarian Candi Borobudur semakin hari kian bertambah. Seperti halnya keausan yang terjadi pada batu tangga. Faktor utama yang menyebabkan laju keausan bertambah setiap tahunnya adalah jumlah pengunjung Candi Borobudur yang semakin hari semakin tidak terkendali. Pengaturan dan pembatasan jumlah pengunjung yang naik Candi Borobudur perlu segera dilakukan mengingat ancaman yang semakin besar terhadap nilai keausan batu tangga candi.
2. Kerangka pengaturan terhadap jumlah pengunjung yang naik ke Candi Borobudur juga perlu dirumuskan dalam satu manajemen pengaturan yaitu *visitor management*. Manajemen pengunjung tidak hanya menjadi satu dokumen pelengkap saja namun harus diterapkan secara konsisten di lapangan. Bagaimana pengaturan dan pembatasan pengunjung itu dilakukan, bagaimana memecah konsentrasi pengunjung supaya tidak hanya terkonsentrasi pada zona 1 Candi Borobudur, bagaimana membuat atraksi-atraksi edukasi yang diterapkan di sekitar Candi Borobudur, berapa *carrying capacity* dan *space capacity* Candi Borobudur dan bagaimana pengunjung bisa berinteraksi dan paham tentang pentingnya menjaga kelestarian Candi Borobudur itu bisa terwujud dengan baik.

KESIAPSIAGAAN CANDI BOROBUDUR TERHADAP BENCANA

I. Pendahuluan

Candi Borobudur dibangun sekitar tahun 800-an Masehi oleh para penganut agama Buddha Mahayana pada masa pemerintahan Raja Samaratungga yang berasal dari wangsa atau dinasti Syailendra dan merupakan tempat pemujaan bagi pemeluk agama Buddha. Lokasi Candi Borobudur terletak di Desa Borobudur, Kecamatan Borobudur, Kabupaten Magelang. Secara astronomis Candi Borobudur terletak pada 7,7° Lintang Selatan dan 110° Bujur Timur.

Keberadaan Candi Borobudur tentunya tidak bisa dilepaskan dari kondisi geologi yang ada disekitarnya. Candi Borobudur didirikan di atas sebuah bukit atau deretan bukit-bukit kecil yang memanjang dengan arah barat-barat daya dan timur-tenggara dengan ukuran panjang ± 300 m, lebar ± 100 m dan $\pm$ tinggi 15 m diukur dari permukaan tanah datar di sekitarnya dengan puncak bukit yang rata. Bukit di mana candi berdiri terletak di bagian timur. Besar kemungkinan bukit-bukit tersebut adalah bagian dari Pegunungan Menoreh yang terletak di sebelah selatannya (Sampurno, 1969).

Keletakan Candi Borobudur dikelilingi oleh beberapa gunung dan satu perbukitan, yaitu Gunung Merapi, Gunung Merbabu, Gunung Andong, Gunung Tidar, Gunung Telomoyo, Gunung Sindoro, Gunung Sumbing, dan perbukitan Menoreh di selatan candi. Posisi tersebut memberikan keuntungan dan sekaligus kerugian bagi candi itu sendiri. Keuntungan yang diperoleh adalah kekayaan ekologi, kekayaan sumber daya alam, dan kesuburan tanah. Tetapi posisi candi tersebut juga menimbulkan kerugian bagi Candi Borobudur itu sendiri, karena adanya potensi ancaman letusan gunung api di sekitar Candi Borobudur. Gunung

Merapi di sebelah timur Candi Borobudur adalah gunung api paling aktif yang berada pada kawasan saujana budaya Candi Borobudur. Gunung Merapi beserta gunung-gunung yang lain sebenarnya merupakan bagian dari rangkaian gunung-gunung yang berjajar dari pulau Sumatera, Jawa, sampai Bali dan Lombok (Sutopo dan Setyawan, 2011).

Manajemen bencana merupakan hal yang harus diperhatikan karena tidak hanya menyangkut keselamatan jiwa, tetapi juga kelestarian cagar budaya. Walaupun belum dapat dipastikan kapan bencana tersebut mengancam, Candi Borobudur sebagai situs warisan dunia yang dikunjungi lebih dari 3 juta wisatawan setiap tahunnya memerlukan adanya manajemen bencana. Hal ini untuk meningkatkan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana sehingga dapat meminimalkan dampak negatif terhadap pengunjung maupun candi itu sendiri.

A. Bencana yang Berdampak pada Candi Borobudur

Selama kurun waktu 2007-2017 ada 2 (dua) bencana alam besar yang mengancam kelestarian Candi Borobudur yaitu erupsi Gunung Merapi tahun 2010 dan Gunung Kelud tahun 2014. Kedua bencana tersebut menimbulkan dampak yang sama pada Candi Borobudur yaitu permukaan Candi Borobudur diselimuti abu vulkanik hasil erupsi yang terbawa oleh angin. Kondisi ini menyebabkan Candi Borobudur ditutup untuk kunjungan wisatawan selama jangka waktu tertentu.

1. Erupsi Gunung Merapi Tahun 2010

Gunung Merapi mengalami letusan dua kali pada tahun 2010, yaitu pada bulan Oktober dan bulan November. Letusan gunung api Merapi yang terjadi pada tanggal 26 Oktober 2010 merupakan letusan elusif (lelehan) dan membuat Candi Borobudur tertutup abu vulkanik dengan ketebalan kurang lebih 3 mm. Aktivitas erupsi tersebut menyebabkan daerah di sekitar Magelang diterpa hujan abu dan kerikil. Material terse-

but juga menerpa dan membuat Candi Borobudur harus mendapatkan penanganan yang serius. Karena abu vulkanik yang menyelimuti Candi Borobudur mengandung senyawa belerang dengan tingkat keasaman yang dapat membahayakan batu andesit maka segera dilakukan upaya pembersihan terhadap Candi Borobudur dari tutupan abu vulkanis Gunung Merapi (Sutopo dan Setyawan, 2011)



Kondisi lantai dan stupa teras yang diselimuti abu vulkanik pasca erupsi Gunung Merapi tanggal 26 Oktober 2010 (dok : BK Borobudur, 2010)



Kondisi selasar yang diselimuti abu vulkanik pasca erupsi Gunung Merapi tanggal 26 Oktober 2010 (dok : BK Borobudur, 2010)

Gunung Merapi mengalami erupsi lagi pada tanggal 4 – 5 November 2010 dengan intensitas yang lebih tinggi. Ketebalan tutupan abu vulkanik pada permukaan candi mencapai 2-3 cm. Stupa induk, stupa teras, dan *plateau* tertutup abu vulkanik. Ketebalan tutupan abu vulkanik pada stupa teras dan *plateau* mencapai 0,5-2,5 cm sampai menutupi semua nat-nat pada lantai. Dinding relief yang berada pada dinding dan pagar langkan relatif tidak tertutup pasir dan abu. Lantai lorong I-IV kondisinya juga tertutup pasir dan abu vulkanik dengan ketebalan 0,5-2,5 cm, tetapi tidak semua nat-nat batunya tertutup, dikarenakan lebar nat batu pada lantai lorong lebih besar dibandingkan pada lantai stupa teras. Pada bagian atas pagar langkan khususnya pada bagian relung arca dan kemuncak pagar langkan juga tertutup abu vulkanik dengan ketebalan 0,2-1 cm (Sutopo dan Setyawan, 2011).



Kondisi stupa teras yang diselimuti abu vulkanik pasca erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010 (dok : BK Borobudur, 2010)



Kondisi lantai stupa teras yang tertutup abu vulkanik dengan ketebalan mencapai 2 cm pasca erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010 (dok : BK Borobudur, 2010)

2. Erupsi Gunung Kelud Tahun 2014

Kondisi Candi Borobudur secara umum diselimuti abu vulkanik dengan ketebalan mencapai 0,5 cm setelah erupsi Gunung Kelud tanggal 13 Februari 2014. Ketebalan tutupan abu vulkanik berbeda-beda pada tiap bagian candi. Bagian yang banyak tertutupi abu vulkanik terutama pada bagian horizontal candi yang langsung berhadapan dengan langit, sedangkan pada bagian vertikal, tutupan abu vulkanik cenderung lebih tipis daripada bagian horizontal. Kondisi stupa induk, stupa teras, dan *plateau* secara umum tertutup abu vulkanik. Lantai stupa teras dan *plateau* pada bagian *arupadhatu* Candi Borobudur juga tertutup abu vulkanik dengan ketebalan mencapai 0,5 cm, namun demikian nat-nat antar batunya masih terlihat dan belum tertutup abu vulkanik. Relief yang berada pada dinding dan pagar langkan relatif tidak tertutup abu vulkanik.

Kondisi serupa juga terjadi pada Arca Buddha di Candi Borobudur. Material abu vulkanik menutupi Arca Buddha yang tidak mempunyai relung dengan ketebalan mencapai 0,2 cm. Sedangkan Arca Buddha yang berada dalam relung tidak terlalu



Kondisi stupa teras yang diselimuti abu vulkanik pasca erupsi Gunung Kelud tanggal 14 Februari 2014 (dok : BK Borobudur, 2014)



Kondisi lantai plateau yang tertutup abu vulkanik pasca erupsi Gunung Kelud tanggal 14 Februari 2014 (dok : BK Borobudur, 2014)

Abu vulkanik pada Arca Buddha yang berada dalam relung berasal dari rembesan air dari bagian atas relung yang membawa endapan abu vulkanik (BK Borobudur, 2014). Kondisi selasar dan undag Candi Borobudur juga tertutup pasir dan abu vulkanik dengan ketebalan mencapai 0,5 cm



Kondisi arca Buddha tanpa relung yang tertutup abu vulkanik pasca erupsi Gunung Kelud tanggal 14 Februari 2014 (dok : BK Borobudur, 2014)



Kondisi selasar dan kaki pagar langkan lorong I pasca erupsi Gunung Kelud tanggal 14 Februari 2014 (dok : BK Borobudur, 2014)

A. Penanganan Dampak Bencana

1. Penanganan Abu Vulkanik Erupsi Gunung Merapi

Setelah terjadi hujan abu, Candi Borobudur ditutup sementara dari aktivitas pariwisata. Hal ini dilakukan untuk mempercepat proses pembersihan abu vulkanik yang menyelimuti Candi Borobudur. Penanganan abu vulkanik yang dilakukan meliputi analisis laboratorium sampel abu vulkanik, pembersihan kering, penyemprotan larutan soda kue (NaHCO_3) 1% dan pembersihan basah (Sutopo dan Setyawan, 2011).

a. Analisis laboratorium sampel abu vulkanik

Setelah dilakukan observasi, abu vulkanik yang menyelimuti Candi Borobudur ternyata bersifat asam dengan tingkat keasaman (pH) 4-5. Tingkat keasaman seperti ini berpotensi menyebabkan masalah bagi batu Candi Borobudur jika abu vulkanik tersebut dibiarkan terlalu lama kontak langsung dengan batu. Secara fisik abu vulkanik tersebut berukuran sangat halus bercampur sedikit bagian dengan ukuran butir yang lebih kasar.

b. Pembersihan kering

Langkah pertama yang dilakukan adalah pembersihan abu vulkanik dari permukaan batu dengan metode kering dan teknik yang sederhana. Batu dibersihkan secara manual dengan mengumpulkan setiap bagian dari abu vulkanik dalam sebuah ember. Kemudian abu vulkanik tersebut dimasukkan dalam karung dan dikumpulkan dalam suatu tempat. Dari setiap stupa teras terkumpul sekitar 10 ember abu vulkanik atau setara dengan 120 liter. Abu vulkanik yang terkumpul dari seluruh permukaan batu Candi Borobudur sampai berakhirnya pekerjaan tanggap darurat akibat letusan Gunung Merapi tersebut adalah $57,8 \text{ m}^3$.

Sementara itu yang juga dilaksanakan pada saat pembersihan kering adalah digunakannya penyedot debu (*vacuum cleaner*). Alat ini dinilai efektif karena dapat menyedot abu hingga pada pori-pori batu candi. Selain itu abu yang masuk ke dalam nat-nat batu juga bisa terangkat. Kegunaan lain yang tak kalah pentingnya khususnya pada Candi Borobudur adalah pada pembersihan stupa teras. Untuk membersihkan bagian dalam stupa teras, *vacuum cleaner* dapat dimasukkan melalui lubang stupa teras untuk menyedot abu yang mengendap di dalam stupa teras.



Pembersihan kering pada plateau setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010. (dok : BK Borobudur, 2010)



Pembersihan kering menggunakan vacuum cleaner pada stupa teras setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010. (dok : BK Borobudur, 2010)

c. Proses Penyemprotan Menggunakan Soda Kue (NaHCO_3) 1%

Penyemprotan NaHCO_3 1 % pada batu yang telah dibersihkan dengan metode pembersihan kering dimaksudkan untuk menetralkan keasaman batu. Hal ini dikarenakan abu vulkanik bersifat asam dan dapat mempercepat kerusakan batu candi. Setelah permukaan batu bersih disemprot dengan bahan kimia soda kue (NaHCO_3) 1% untuk menetralkan sifat asam abu vulkanik yang menyelimuti

permukaan batu-batu Candi Borobudur. Bahan kimia yang dipakai adalah bahan kimia yang cukup aman bahkan untuk manusia sekalipun.

Dari observasi di lapangan aplikasi bahan kimia ini dapat menaikkan pH batu dari 4-5 menjadi lebih besar dari 6-7, tingkat keasaman yang cukup aman untuk batu. Bagian yang dinetralsir dengan soda kue adalah bagian-bagian yang dianggap penting dan rawan terhadap hujan abu vulkanik susulan sebagai akibat letusan Gunung Merapi yang pada saat itu masih terus terjadi. Bagian itu antara lain adalah seluruh stupa teras yang berada di lantai 8, 9, dan lantai 10 Candi Borobudur. Setelah dinetralsir dengan soda kue, bagian-bagian yang dianggap penting tersebut ditutup dengan plastik. Tindakan ini dilakukan untuk melindungi bagian-bagian tersebut dari hujan abu vulkanik yang masih terus terjadi saat itu.



Penyemprotan NaHCO_3 1 % pada stupa teras (dok : BK Borobudur, 2010)



Penutupan stupa teras dengan plastik (dok : BK Borobudur, 2010)

d. Pembersihan Basah

Pembersihan secara basah ini dilakukan untuk memastikan bahwa batu-batu Candi Borobudur terbebas dari abu vulkanik dan membersihkan bahan kimia (soda kue/

NaHCO_3) yang sebelumnya dipakai untuk netralisir tingkat keasaman (pH) batu. Batu candi yang sudah dibersihkan dari abu vulkanik dengan pembersihan kering kemudian disemprot menggunakan air dan disikat pada bagian permukaannya. Proses penyemprotan pada pembersihan basah dilakukan menggunakan pompa air berupa mesin dan selang air yang berukuran besar. Tata cara penyemprotan dilakukan pertama kali pada bagian atas candi untuk selanjutnya dilakukan pada tingkatan dibawahnya.



Pembersihan basah menggunakan kompresor pemompa air dan selang berukuran besar pada pagar langkan. (dok : BK Borobudur, 2010)

Setelah dilaksanakannya prosedur teknis pembersihan dengan cara basah, permukaan batu pada Candi Borobudur terlihat normal kembali. Setelah itu baru dilakukan pembersihan untuk bagian-bagian yang tertutup seperti bagian nat, bawah batu dan saluran drainase.



Kondisi Candi Borobudur sebelum dibersihkan (kiri) dan sesudah dibersihkan (kanan) dari abu vulkanik (dok : BK Borobudur, 2010)

2. Penanganan Abu Vulkanik Erupsi Gunung Kelud

Setelah abu vulkanik erupsi Gunung Kelud sampai ke Candi Borobudur, Candi Borobudur ditutup sementara. Penutupan candi yang dimaksudkan adalah penghentian sementara terhadap aktivitas pariwisata pada Candi Borobudur. Penutupan sementara dilakukan untuk mempercepat proses pembersihan pada struktur candi yang dilakukan oleh staf Balai Konservasi Borobudur dan para relawan. Dengan tidak adanya pengunjung yang berlalu-lalang di candi pembersihan dapat dilakukan dengan lebih cepat. Selain itu jika ada aktivitas pengunjung juga akan menimbulkan banyak gesekan antara abu vulkanik dan permukaan batu akibat terinjak yang akan mempercepat keausan batu. Setelah itu dilakukan penanganan abu vulkanik yang meliputi pemasangan penutup stupa, lantai stupa teras dan lantai *plateau*; analisis laboratorium sampel abu vulkanik, pembersihan kering dan pembersihan basah (BK Borobudur, 2014)



Pemasangan papan larangan bagi pengunjung untuk memasuki candi (dok : BK Borobudur, 2014)

- a. Pemasangan penutup stupa, lantai stupa teras dan lantai *plateau*

Pemasangan penutup stupa dimaksudkan untuk mencegah abu vulkanik yang jatuh langsung mengendap pada stupa. Meskipun pemasangan dilakukan ketika hujan abu telah terjadi tetapi paling tidak akan meminimalkan endapan abu vulkanik pada stupa induk dan stupa teras. Selain stupa teras dan stupa induk, lantai stupa teras dan lantai *plateau* juga ditutup menggunakan bahan yang sama dengan penutup stupa. Bahan yang dipakai adalah tarpaulin dengan ketebalan 0,2 mm. Kain tarpaulin tersebut berwarna abu-abu dan dibuat sedemikian rupa sehingga bentuknya dapat menyelubungi stupa induk, stupa teras, dan lantainya. Dipilihnya bahan tarpaulin karena sifatnya yang tahan air, tahan dingin, tahan panas, antijamur dan memiliki kekuatan sobek jauh lebih baik daripada terpal biasa.



Pemasangan papan larangan bagi pengunjung untuk memasuki candi (dok : BK Borobudur, 2014)



Pemasangan papan larangan bagi pengunjung untuk memasuki candi (dok : BK Borobudur, 2014)

b. Analisis laboratorium sampel abu vulkanik

Analisis laboratorium sampel abu vulkanik dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur dan pH. Analisa terhadap unsur tersebut selanjutnya akan menjadi acuan dalam langkah penanganan pembersihan batu candi. Dari analisis laboratorium didapatkan hasil abu vulkanik Gunung Kelud didominasi oleh unsur silika dan memiliki pH 5.



Pengambilan sampel abu vulkanik pada stupa teras (dok : BK Borobudur, 2014)



Analisis unsur menggunakan metode X-Ray Fluorescence (dok : BK Borobudur, 2014)

c. Pembersihan kering

Pembersihan kering yang dilakukan seperti pada pembersihan kering abu vulkanik erupsi Gunung Merapi tahun 2010. Pembersihan kering dilakukan dengan menyikat, mengeruk, maupun menyedot abu menggunakan *vacuum cleaner*. Metode pembersihan kering dilakukan secara bertahap dari bagian atas candi hingga bagian bawah candi. Seperti halnya pembersihan kering pada abu vulkanik erupsi Merapi 2010, abu vulkanik Gunung Kelud dikumpulkan dalam karung-karung, dan setelah dihitung volumenya secara keseluruhan mencapai 3,87 m³ hanya pada struktur candi saja.



Pembersihan kering pada lantai stupa teras
(dok : BK Borobudur, 2014)



Pembersihan menggunakan vacuum cleaner pada stupa induk (dok : BK Borobudur, 2014)

d. Pembersihan Basah

Setelah dilakukan pembersihan kering yang dilakukan adalah pembersihan basah. Pembersihan basah dilakukan menggunakan alat penyemprot air bertekanan, kompresor pompa air dan bak penampungan air serta dibantu dengan truk tangki penyuplai air untuk mempercepat proses pembersihan. Proses pembersihan yang dipercepat dimaksudkan agar endapan abu vulkanik tidak terlalu lama menempel dan mengendap pada permukaan batu karena abu vulkanik yang menempel pada permukaan batu dalam waktu yang lama akan menyebabkan sementasi pada permukaan batu candi.



Pembersihan basah dengan air bertekanan
(dok : BK Borobudur, 2014)



Pembersihan basah dibantu dengan truk tangki
penyuplai air (dok : BK Borobudur, 2014)

e. Pengecekan Deposit Abu Vulkanik Pada Saluran Drainase.

Pengecekan deposit abu vulkanik dilakukan pada saluran drainase bawah lantai, khususnya pada lantai III – VII. Pengecekan dilakukan dengan membongkar beberapa titik pada tiap lantainya. Setelah dilakukannya pengecekan maka secara umum endapan abu vulkanik pada saluran drainase Candi Borobudur memiliki ketebalan kurang dari 1 cm. Berdasarkan kondisi tersebut maka ketebalan abu pada saluran drainase dinilai tidak mengkhawatirkan, sehingga belum mendesak untuk dilakukan pembersihan saluran drainase.

B. Mitigasi Bencana pada Candi Borobudur

Berdasarkan tata letaknya, Candi Borobudur sangat rentan terhadap bencana, sehingga perlu dilakukan upaya pengurangan resiko bencana atau mitigasi bencana. Pengertian mitigasi menurut UU Penanggulangan Bencana No. 24 Tahun 2007 adalah serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan masyarakat dalam menghadapi ancaman bahaya. Mitigasi bencana

merupakan suatu aktivitas yang berperan sebagai tindakan pengurangan dampak bencana, atau usaha-usaha yang dilakukan untuk mengurangi korban ketika bencana terjadi, baik korban jiwa atau harta.

Kegiatan mitigasi bencana Candi Borobudur adalah sebagai berikut :

1. Peningkatan Sumber Daya Manusia

Balai Konservasi Borobudur adalah Unit Pelaksana Teknis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang bertanggung jawab terhadap pelestarian Candi Borobudur. Setelah bencana erupsi Gunung Merapi tahun 2010 berdampak pada Candi Borobudur, Balai Konservasi Borobudur terus berusaha meningkatkan pengetahuan, wawasan, dan kemampuan staf dan *stakeholder* di sekitar Candi Borobudur mengenai mitigasi bencana. Kegiatan yang dilakukan adalah dengan mengadakan workshop / bimbingan teknis mengenai mitigasi bencana pada cagar budaya, yang juga diikuti oleh staf dari UPT BPCB seluruh Indonesia. Workshop / bimbingan teknis mengenai mitigasi bencana pada cagar budaya telah diadakan 3 kali yaitu pada tahun 2013, 2014 dan 2016.

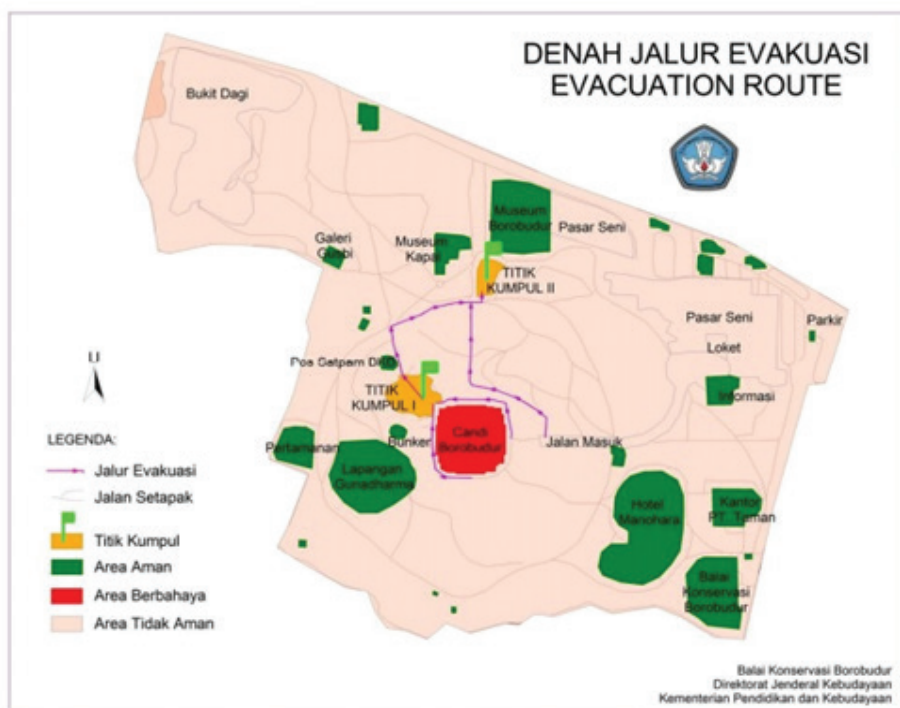


Simulasi siaga bencana pada Candi Borobudur tahun 2013 (dok : BK Borobudur, 2013)



Simulasi siaga bencana pada Candi Borobudur tahun 2014 (dok : BK Borobudur, 2014)

Selain itu, diadakan pula kegiatan rutin simulasi siaga bencana di Candi Borobudur. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kesiapsiagaan dan mengasah kerja sama tim komando tanggap bencana dan seluruh unsur yang terlibat dalam mitigasi bencana pada Candi Borobudur. Simulasi ini dilakukan dengan skenario apabila terjadi bencana dan bagaimana tim komando tanggap darurat bencana melakukan tugas-tugasnya untuk usaha mitigasi, mempraktekkan hal apa saja yang perlu dilakukan pada Candi Borobudur dan pengunjung ketika terjadi bencana seperti erupsi gunungapi dan gempa, sehingga dapat meningkatkan kewaspadaan dan kesadaran masyarakat ketika terjadi bencana.



2. Penyediaan Sarana dan Prasarana Tanggap Bencana

Selain sumber daya manusia, hal yang perlu dipersiapkan untuk menghadapi bencana adalah sarana dan prasarana tanggap bencana. Sarana dan prasarana dalam hal ini meliputi denah jalur evakuasi, titik kumpul, rambu-rambu petunjuk arah evakuasi, serta penutup stupa dan lantai untuk. Sarana dan prasarana tersebut sangat diperlukan untuk mengurangi jatuhnya korban dan meminimalkan terjadinya kerusakan pada Candi Borobudur. Di Candi Borobudur sendiri sudah tersedia sarana dan prasarana tersebut. Berikut ini adalah denah jalur evakuasi di Candi Borobudur.

Sarana lain yang juga tidak kalah penting adalah penutup stupa dan lantai Candi Borobudur. Untuk melindungi permukaan batuan candi dari abu vulkanik diperlukan suatu bahan yang tahan panas, tahan dingin, antijamur, tahan air dan tahan sobek. Karena itu dipilihlah bahan tarpaulin. Balai Konservasi Borobudur sudah memiliki tarpaulin dan telah digunakan untuk menutup stupa dan lantai Candi Borobudur ketika terjadi hujan abu erupsi gunung Kelud tahun 2014. Bahan ini berguna sekali untuk mengurangi endapan abu vulkanik yang langsung kontak dengan batu candi. Tarpaulin yang telah dimiliki Balai Konservasi Borobudur meliputi penutup stupa (stupa induk, stupa teras), lantai *plateau* dan lantai pada lorong Candi Borobudur.



Simulasi siaga bencana pada Candi Borobudur tahun 2013 (dok : BK Borobudur, 2013)



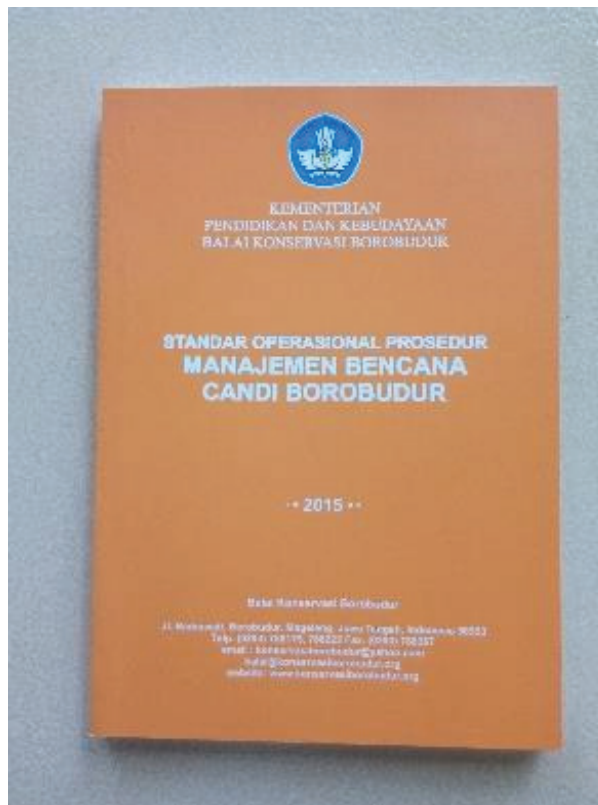
Simulasi siaga bencana pada Candi Borobudur tahun 2014 (dok : BK Borobudur, 2014)

3. Pembuatan Standar Operasional Prosedur (SOP) Manajemen Bencana Candi Borobudur

Pengertian SOP adalah serangkaian instruksi tertulis yang dibakukan mengenai berbagai proses penyelenggaraan aktivitas organisasi, bagaimana dan kapan harus dilakukan, dimana dan oleh siapa proses itu dilakukan (Permen PANRB No. 35 Tahun 2012). Tujuan dari SOP manajemen bencana ini adalah untuk memberikan pedoman penanggulangan bencana dan petunjuk teknis pelaksanaan penanganan bencana yang terjadi di Candi Borobudur. Balai Konservasi Borobudur telah memiliki SOP manajemen bencana dan yang termuat didalamnya meliputi :

- a. SOP Penyelamatan dan Evakuasi akibat Bencana Letusan Gunung Api
- b. SOP Penyelamatan dan Evakuasi akibat Bencana Gempa Bumi
- c. SOP Pertolongan Pertama pada Kecelakaan akibat Bencana
- d. SOP Pemasangan Pelindung Candi

- e. SOP Pengkajian Cepat
- f. SOP Pemantauan Perkembangan akibat Bencana Letusan Gunung Api
- g. SOP Pemantauan Perkembangan akibat Bencana Gempa Bumi



Buku SOP Manajemen Bencana Candi Borobudur

4. Melakukan Kajian Pengaruh Abu Vulkanik terhadap Batu Candi Borobudur

Kajian merupakan kegiatan yang dilakukan secara terencana, sistematis, konsisten, dan memiliki perumusan serta rekomendasi pada akhirnya. Setelah Candi Borobudur terdampak oleh abu vulkanik erupsi Gunung Merapi pada tahun 2010, Balai Konservasi Borobudur melakukan kajian mengenai pengaruh abu vulkanik terhadap batu Candi Borobudur. Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Nahar Cahyandaru dkk (2011), permukaan batu Candi Borobudur yang diobservasi secara visual tidak mengalami perubahan signifikan akibat dampak abu vulkanik erupsi gunung Merapi. Kenampakan permukaan batu candi pada awalnya mengalami perubahan terlihat seolah putih, setelah hujan beberapa kali terlihat seolah seperti batu baru dan agak kemerahan. Namun hal ini tidak berlangsung lama karena kenampakan batu kembali seperti sebelum terdampak abu vulkanik. Permukaan batu yang dibiarkan tertutup abu vulkanik setelah diobservasi menunjukkan tidak mengalami perubahan kenampakan, warna, maupun kekerasan permukaan. Hasil observasi setelah 6 bulan dan 12 bulan menunjukkan kondisi yang sama.

Hasil percobaan di laboratorium dengan cara merendam sampel batu andesit dalam larutan abu vulkanik dari Gunung Merapi menunjukkan tidak mengalami perubahan yang signifikan secara mikroskopis, kimia, dan petrografi. Selain itu juga dilakukan percobaan dengan larutan asam sulfat berbagai konsentrasi yang memberikan informasi cukup baik untuk menggambarkan kemungkinan dampak material abu vulkanik terhadap batu andesit. Hasil percobaan menunjukkan batu mengalami perubahan kimia, mikroskopis, dan mineralogi pada pH 3, dan mulai menampakkan perubahan pada pH 4.

5. Penguatan Struktur Candi Borobudur

Pada umumnya struktur candi Borobudur sudah kuat, karena pada pemugaran 1973-1983 telah ditambahkan struktur beton bertulang pada Candi Borobudur. Penambahan susunan beton bertulang tersebut telah mampu menjaga stabilitas candi, termasuk terhadap pengaruh gempa. Tetapi ornamen-ornamen Candi Borobudur, seperti puncak stupa, puncak pagar langkan, antefik, dan ornamen lainnya kemungkinan besar dapat terjatuh ketika terjadi gempa. Oleh karena itu, perlu dilakukan perkuatan ornamen yang beresiko jatuh. Hal ini bertujuan untuk mengurangi jatuhnya korban jiwa dan untuk meminimalkan kerusakan pada ornamen-ornamen tersebut ketika terjadi bencana. Selain itu juga dilakukan perbaikan pada pagar langkan dan tangga Candi Borobudur.

Lantai pada Candi Borobudur juga dilakukan perbaikan karena struktur lantai Candi Borobudur kurang merata, yang diakibatkan oleh adanya batu lantai candi yang menonjol, cekung, maupun jarak antar blok batu lantai yang terlalu lebar. Oleh karena itu, juga dilakukan perbaikan lantai candi Borobudur untuk meminimalkan dampaknya yang dapat mencederai pengunjung ketika melewati bagian tersebut.



Perbaikan tangga naik teras Candi Borobudur (dok : BK Borobudur)



Perbaikan lantai lorong III Candi Borobudur (dok : BK Borobudur)

MONITORING DAN EVALUSI CANDI

BOROBUDUR, MENDUT DAN PAWON

I. Pendahuluan

Candi Borobudur merupakan Candi Budha terbesar di dunia, salah satu karya nenek moyang bangsa Indonesia dari Dinasti Syailendra pada abad ke - 8 Masehi. Keberadaannya menjadi simbol kebesaran bangsa Indonesia. Dengan bentuk bangunan yang unik, tersusun dari teras berundak dan stupa induk di puncaknya menjadi satu daya tarik tersendiri. Lokasi Candi Borobudur yang berada di alam terbuka dan berdiri di atas bukit menjadikannya sangat rentan terhadap faktor strukturnya sendiri dan juga faktor lingkungan/alam sekitar. m

Sementara itu Candi Borobudur telah ditetapkan sebagai *World Heritage* oleh Komite Warisan Dunia UNESCO dengan nomor 348 pada tanggal 13 Desember 1991, dan kemudian diperbaharui menjadi nomor C 592 tahun 1991 dengan nama *Borobudur Temple Compound*. Dalam penetapan tersebut tidak hanya menyangkut Candi Borobudur, namun juga Candi Mendut dan Candi Pawon. Penetapan Candi Borobudur sebagai warisan dunia merupakan satu bukti pengakuan internasional terhadap karya besar nenek moyang bangsa Indonesia.

II. Monitoring dan Evaluasi Candi Borobudur, Mendut Dan Pawon

Sebagai konsekuensi, situs yang telah masuk dalam daftar warisan budaya dunia akan dimonitor dan dievaluasi terus menerus pengelolaannya oleh UNESCO. Lembaga ini memiliki kewenangan untuk mencabut status objek dan situs yang telah ditetapkan dari daftar warisan dunia, apabila warisan budaya itu tidak dikelola dengan baik oleh negara-negara yang memilikinya. Oleh karena itu Balai Konservasi Borobudur sebagai Unit Pelaksana Teknis (UPT) di bawah Kementerian Pendidikan dan Ke-

budayaan yang salah satu tugas dan fungsinya melakukan pelestarian terhadap Candi Borobudur, Candi Mendut dan Pawon melaksanakan kegiatan "Monitoring dan Evaluasi Candi Borobudur, Mendut dan Pawon". Adapun tujuan dari kegiatan tersebut adalah mengumpulkan dan mengevaluasi berbagai aspek kondisi fisik dan kondisi lingkungan candi yang berpengaruh terhadap keterawatan dan kelestarian Candi Borobudur, Candi Mendut dan Candi Pawon sebagai warisan dunia. Kegiatan monitoring dan evaluasi Candi Borobudur, Mendut dan Pawon meliputi 6 (enam kegiatan) yakni:

- 1) monitoring keterawatan batu candi
- 2) monitoring stabilitas struktur dan bukit Candi Borobudur
- 3) monitoring dampak lingkungan
- 4) monitoring geohidrologi
- 5) monitoring kawasan Candi Borobudur, dan
- 6) monitoring pemanfaatan Candi Borobudur.

A. Monitoring Keterawatan Batu Candi

Batu andesit merupakan bahan utama penyusun Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon. Kegiatan monitoring dan evaluasi dilakukan untuk mengidentifikasi kerusakan yang terjadi pada batu-batu tersebut. Pelaksanaan kegiatan monitoring dan evaluasi memiliki ruang lingkup aspek arkeologis dan aspek teknis. Tujuan yang diharapkan dari aspek arkeologis adalah terpeliharanya nilai-nilai arkeologis yang muncul pada saat candi didirikan, digunakan, dan ditinggalkan oleh pendukung budayanya. Adapun dari aspek teknis, adalah tercapainya kelestarian struktur Candi Borobudur yang ditunjukkan dengan terpeliharanya batu andesit penyusun candi.

Kegiatan pengamatan (observasi) yang termasuk dalam monitoring dan evaluasi keterawatan batu candi adalah sebagai berikut:

1. Observasi Sampah

Bertujuan untuk mengetahui volume sampah dan tingkat kebersihan dari sampah yang dapat terdegradasi dan tidak dapat terdegradasi. Observasi dilakukan dengan cara mengumpulkan sampah yang terdapat pada struktur dan halaman zona 1 Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon yang menghasilkan data volume sampah bulanan selama 1 tahun.



Pembersihan sampah pada monumen dan halaman candi

2. Observasi Kebocoran

Bertujuan untuk mengetahui lokasi/titik terjadinya kebocoran pada dinding Candi Borobudur, bilik Candi mendut, dan bilik Candi Pawon. Kebocoran berupa rembesan air pada batu dinding candi yang bersumber dari air hujan maupun air bekas pekerjaan pembersihan batu yang seharusnya mengalir melalui saluran drainase. Air yang merembes keluar melalui batu dinding candi berpotensi mempercepat pelapukan dan kerusakan fisik batu penyusun candi.



Penanganan kebocoran Candi Borobudur

3. Observasi Endapan Garam

Bertujuan untuk mengetahui luasan batu yang terdapat endapan garam pada bagian permukaannya. Observasi dilakukan dengan cara pengukuran terhadap luasan endapan garam pada permukaan batu dinding dan pagar langkan Candi Borobudur, bagian kaki dan tubuh Candi mendut, dan Candi Pawon. Endapan garam merupakan hasil dari proses kimiawi material batu andesit yang bereaksi dengan air hujan. Kandungan mineral-mineral di dalam batuan yang tercuci oleh air hujan menyebabkan endapan berwarna putih, seperti halnya lelehan air pada permukaan batu. Apabila endapan garam

tidak ditangani, maka endapan tersebut akan mengeras dan menyebabkan sementasi pada permukaan batu atau pada sela-sela batu (nat).

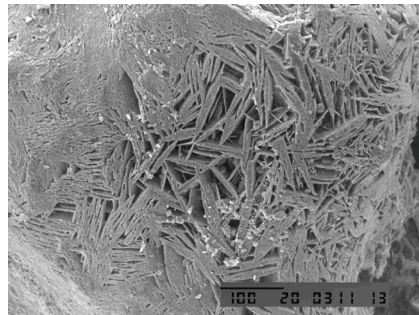


Foto Makro Penggambaran

Foto Mikro endapan garam

4. Observasi Pertumbuhan Jasad Mikroorganisme

Bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan mikroorganisme yang berupa lumut, ganggang, *lichen*, dan jamur yang tumbuh pada permukaan batu Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon; khususnya pada bagian relief cerita dan ornamen. Observasi dilakukan dengan cara pengamatan langsung pada bidang dinding maupun pagar langkan. Pertumbuhan mikroorganisme yang tidak terkendali menyebabkan proses pelapukan batu penyusun candi menjadi semakin

cepat. Mikroorganisme yang melekat pada permukaan batu melakukan sekresi dengan mengeluarkan enzim-enzim yang menyebabkan material batu terdegradasi melalui akar-akarnya. Oleh karena itu, observasi pertumbuhan jasad mikroorganisme perlu untuk dilakukan yang ditindaklanjuti dengan pembersihan batu secara mekanis atau manual.



Ganggang pada relief

5. Observasi Retakan Batu

Bertujuan untuk mengetahui jumlah retakan yang terdapat pada batu penyusun candi, terutama pada bagian dinding dan pagar langkan Candi Borobudur; serta bagian kaki, tubuh, dan atap Candi Mendut dan Candi Pawon. Observasi dilakukan dengan cara menghitung jumlah retakan serta mengukurnya. Retakan pada struktur candi dapat disebabkan oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang menyebabkan terjadinya retakan batu adalah konstruksi dan beban material candi itu sendiri. Beban yang tidak merata serta tingkat kekerasan batuan yang berbeda-beda dapat menyebabkan keretakan pada batu penyusun candi. Retakan batu karena faktor eksternal dapat disebabkan oleh fluktuasi suhu dan kelembaban yang tinggi, sehingga mempengaruhi kembang susut material batu candi.



6. Observasi Sementasi

Bertujuan untuk mengetahui jumlah luasan sementasi yang terdapat pada batu penyusun candi, terutama pada bagian dinding Candi Borobudur; serta bagian kaki dan tubuh Candi Mendut dan Candi Pawon. Observasi dilakukan dengan cara menghitung luasan permukaan batu yang mengalami sementasi. Sementasi merupakan kondisi dimana permukaan dan nat-nat batu terisi endapan (garam) yang berwarna putih ataupun coklat. Endapan tersebut semakin lama akan mengeras seperti semen. Sementasi merupakan gejala lanjutan dari proses penggaraman, dan sampai sekarang belum ditemukan metode untuk menanggulangnya. Sementasi berdampak pada berkurangnya nilai estetis pada relief candi.



Sementasi dilihat dengan Scanning Elektro Magnetic (SEM)

7. Observasi Pengelupasan

Bertujuan untuk mengetahui luasan batu penyusun candi yang mengalami pengelupasan pada permukaan batu Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon. Pengelupasan batu dapat terjadi karena faktor fisik maupun vandalisme yang dilakukan oleh pengunjung. Faktor fisik disebabkan oleh tekanan yang berasal dari beban ataupun pergeseran batu karena pergerakan struktur. Pengelupasan batu candi juga dapat disebabkan oleh perilaku pengunjung (vandalisme) yang mengambil cuilan batu pada bagian yang rentan, terutama bagian relief. Data pengelupasan berupa titik/lokasi dan luasan dalam satuan cm^2 .



Mapping Kerusakan dan pelapukan

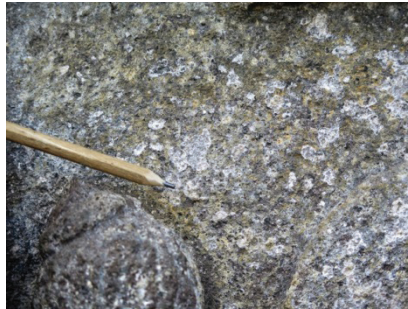


Pengelupasan pada batu candi

8. Observasi Postule

Bertujuan untuk mengetahui jumlah postul (bisul) yang terdapat pada permukaan batu Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon. Observasi dilakukan dengan cara mendata jumlah dan lokasi pada candi terkait gejala postule. Postule dihitung dalam satuan titik. Postule adalah bisul-bisul pada permukaan batu candi yang di dalamnya terdapat mikroorganisme lumut dan *algae*. Postule disebabkan oleh adanya kandungan air dalam batu yang kemudian ditumbuhi

mikroorganisme. Apabila tidak dilakukan penanganan, maka postule akan bertambah luas menjadi alveol.



Postule berbentuk menggelembung



alveol berbentuk cekungan

9. Observasi Vandalisme

Bertujuan untuk mengetahui jumlah kasus vandalisme yang terjadi di Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon. Observasi dilakukan secara langsung dan mencatat jenis vandalisme serta lokasi terjadinya pada bidang candi. Vandalisme dapat berupa goresan/tulisan pada batu candi, sampah yang diselipkan pada sela-sela batu candi, bekas pembakaran dupa, tetesan lilin, dan seluruh perilaku pengunjung yang berpotensi mengurangi nilai estetika candi. Kegiatan penanganan dilakukan sebagai lanjutan observasi ter-

hadap vandalisme. Penanganan terhadap vandalisme yang berupa coretan dilakukan dengan cara melakukan pembersihan menggunakan bahan konservan ataupun pelarut.



Bentuk-bentuk vandalisme

Beberapa hasil observasi yang telah dilakukan, diantaranya adalah pertumbuhan mikroorganisme, postule, dan alveol berbanding lurus dengan komponen iklim mikro lingkungan zona I Candi Borobudur. Sementara itu, bertambahnya jumlah wisatawan yang berkunjung, terutama wisatawan yang naik ke struktur candi; berbanding lurus dengan hasil observasi pengotoran sampah, vandalisme, pengelupasan, dan retakan pada batu penyusun candi.

B. Monitoring Stabilitas Struktur Dan Bukit Candi Borobudur

Cagar Budaya yang berbentuk bangunan ataupun struktur dan terbuat dari bahan batu, bata, maupun kayu cepat atau lambat akan mengalami kerusakan. Baik kerusakan secara arsitektural maupun kerusakan secara struktural. Kerusakan tersebut dipengaruhi oleh faktor internal, yaitu: bahan, bentuk, struktur, dan konstruksi; maupun faktor eksternal, seperti: kondisi lingkungan, daya dukung tanah, dan bencana alam. Konstruksi sebuah bangunan baru secara alami akan mengalami perubahan untuk penyesuaian terhadap kondisi yang ada di sekitarnya. Sebagai contohnya adalah penurunan kedudukan bangunan yang disebabkan oleh faktor dan

sifat fisik tanah pondasi. Pemantauan stabilitas bangunan ataupun struktur di Indonesia masih sangat terbatas pada objek-objek yang berkaitan dengan keselamatan manusia, seperti dam/bendungan, pertambangan, perminyakan, instalasi pipa, gunung api, lereng, dan lain-lain.

Kerusakan material maupun struktur Cagar Budaya yang dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal menjadi salah satu dasar dilakukannya pemantauan untuk menjaga kelestariannya. Salah satu pemantauan yang dilakukan oleh Balai Konservasi Borobudur adalah Monitoring dan Evaluasi Stabilitas Struktur dan Bukit Cand di Borobudur. Kegiatannya meliputi: pengukuran titik kontrol, pengukuran kemiringan dinding candi, pengukuran pergerakan tanah dengan Inklinometer, pengukuran retakan dengan *crackmeter*, dan pemantauan gempa bumi.

1. Pengukuran pergerakan tanah dengan Inklinometer

Sebuah struktur ataupun bangunan Cagar Budaya didirikan di atas tanah, baik tanah asli/dasar maupun tanah urug/timbunan. Tanah dasar sebagai pondasi perkerasan disamping harus mempunyai kekuatan (daya dukung) terhadap beban, juga harus mempunyai stabilitas volume akibat pengaruh timbunan yang membebani. Timbunan adalah suatu metode rekayasa untuk menyesuaikan elevasi permukaan tanah. Beban konstruksi yang berlebih akan menyebabkan deformasi apabila dilakukan di atas tanah dengan tingkat kompresibilitas tinggi dan konduktivitas rendah, seperti pada tanah lempung. Instrumen geoteknik dapat digunakan sebagai alat untuk mengukur terjadinya deformasi tanah. Salah satu instrumen tersebut adalah inklinometer. Prinsip pengukuran inklinometer adalah sudut antara sumbu vertikal dengan kemiringan sumbu alat. Besarnya perubahan

sudut kemiringan dan jarak antar bacaan alat, maka selanjutnya dapat diketahui perubahan pergerakan horizontal sumbu vertikal pipa inklinometer. Pengukuran inklinometer sebaiknya dilakukan paling sedikit dua kali dalam satu tahun, masing-masing satu kali pada tiap musim kemarau dan musim hujan; sehingga dapat diketahui perbedaan perilaku pergerakan tanah pada kedua musim tersebut. Inklinometer sangat peka terhadap pergerakan, sehingga lubang penge-tesan harus selalu tertutup dan bersih dari material pengotor yang dapat menghasilkan kesalahan pembacaan alat.



Pengukuran dengan inklinometer

2. Pengukuran Retakan Dengan Crackmeter

Crackmeter digunakan untuk memantau pergerakan batu candi pada bagian nat, sambungan antar batu, dan retakan. Alat ini mampu mendeteksi pergerakan hingga ukuran mikro. Prinsip kerja alat ini adalah transducer pergeseran linier dengan jangkar dan sendi bola. Transducer adalah sebuah alat yang mampu mengubah satu bentuk daya menjadi bentuk daya lainnya. Sensor dapat menggunakan tenaga listrik ataupun teknologi penginderaan kawat bergetar. Instrumen ini dipasang dengan cara grouting pada dua buah

jangkar dikedua sisi celah, retakan, atau sambungan batu. Ketika celah mengalami pergerakan, maka selanjutnya akan dikonversi menjadi sinyal listrik atau frekuensi yang dapat dibaca dengan instrumen unit baca (data logger). Instrumen unit baca dapat diatur interval pencatatannya sesuai dengan kebutuhan penggunaanya. Pergerakan batu penyusun candi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut, diantaranya adalah curah hujan, perubahan suhu, penambahan beban struktur, perubahan kondisi lalu-lintas, dan aktivitas pembangunan di sekitar situs.



Kegiatan pemasangan crackmeter pada Candi

3. Pemantauan Gempa Bumi

Gempa bumi adalah getaran atau vibrasi yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba karena pergerakan kerak Bumi (lempeng Bumi) yang menciptakan gelombang seismik. Energi ini diubah menjadi getaran-getaran yang dapat terasa hingga ribuan

mil jauhnya dari pusat gempa. Karena jauhnya jangkauan getaran, maka dapat mencapai sebuah Cagar Budaya. Getaran ini tidak dapat dilihat, tetapi dapat dideteksi dengan menggunakan instrumen seismograf. Secara umum alat pencatat gempa disebut seismograf, alat pengukurnya disebut seismometer atau biasa disebut sensor, sedangkan hasil catatannya disebut seismogram. Ketiga hal tersebut merupakan suatu sistem yang bekerjasama untuk mendeteksi sebuah gempa. Berkembangnya ilmu dan teknologi, saat ini telah ada instrumen yang sifatnya lebih portabel apabila dibandingkan dengan seismograf, yaitu *accelerograph*. *Accelerograph* adalah pencatat digital yang memiliki sinyal dengan tingkat sensitivitas tinggi. Alat ini mampu bekerja sendiri ataupun berada dalam sebuah jaringan, dapat diatur untuk menerima input dari satu sensor atau lebih, membutuhkan *power supply* yang cukup kecil, dapat beradaptasi dengan keadaan cuaca, sistem data resolusi 24 bit yang dapat disinkronkan dengan data seismik. Sensor dapat diatur untuk dapat memberikan peringatan ketika terjadi getaran serta interval pengukuran yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan. Pengukuran dapat dilakukan sepanjang tahun dengan proses unduh data setiap bulan sekali atau secara insidental jika gempa bumi yang terjadi dapat dirasakan. Dengan adanya informasi dari *accelerograph* terhadap gempa bumi, maka dapat dirancang perkuatan sistem konstruksi struktur Cagar Budaya agar dapat bertahan dari getaran-getaran yang mungkin timbul. Peran monitoring dan evaluasi terhadap stabilitas struktur sebuah Cagar Budaya adalah untuk mengetahui sejak dini apabila terjadi kerusakan struktural,



Accelerograph



Pengamatan dengan alat accelerograph

sehingga dapat diambil langkah penanganan secara tepat dan cepat dengan berdasarkan analisa data hasil pemantauan yang telah dilakukan. Berdasarkan uraian di atas, maka dapat ditarik kesimpulan peran monitoring dan evaluasi stabilitas struktur dalam konservasi Cagar Budaya:

- Memberikan informasi atau peringatan dini apabila ada hal-hal yang dianggap berbahaya terhadap stabilitas struktur Cagar Budaya,
- Membantu menentukan penyebab terjadinya kerusakan atau deformasi pada struktur-struktur Cagar Budaya,
- Mengidentifikasi jenis-jenis kerusakan yang terjadi terhadap struktur Cagar Budaya,
- Menentukan parameter pengukuran yang dapat dilakukan untuk pemantauan stabilitas struktur Cagar Budaya,
- Menentukan tindakan dalam penanganan kerusakan struktur Cagar Budaya,
- Perencanaan kegiatan sistem monitoring stabilitas struktur Cagar Budaya.

C. Monitoring Dampak Lingkungan

Cagar budaya berupa bangunan, struktur, situs dan kawasan, lazimnya berada di luar ruangan atau berada di alam terbuka. Cagar budaya yang berada di alam terbuka, kondisinya akan sangat dipengaruhi oleh lingkungan di sekitarnya. Komponen lingkungan yang berpengaruh antara lain iklim, kualitas udara, air, tanah, flora dan fauna, dan lain sebagainya. Demikian pula sebaliknya, aktifitas manusia dalam rangka pelestarian cagar budaya juga memungkinkan berpengaruh terhadap kualitas lingkungan sekitarnya khususnya cagar budaya. Sehingga terdapat saling mempengaruhi antara lingkungan dan cagar budaya akibat proses pengelolaan cagar budaya tersebut. Pengaruh tersebut dapat berdampak positif maupun negatif. Oleh karena itu penting untuk melakukan kegiatan monitoring dan evaluasi lingkungan secara periodik. Dengan adanya kegiatan monitoring dan evaluasi lingkungan cagar budaya maka perubahan-perubahan yang terjadi pada lingkungan dapat diketahui sedini mungkin, sehingga ketika terjadi perubahan pada satu atau lebih komponen lingkungan yang mungkin dapat mengancam kelestarian cagar budaya, maka dapat dilakukan tindakan pencegahan sedini mungkin. Adapun komponen lingkungan yang dimonitor meliputi lingkungan biotik dan abiotik. Komponen lingkungan abiotik meliputi iklim, kualitas udara dan air. Sementara komponen biotik meliputi flora dan fauna. Kegiatan monitoring dampak lingkungan meliputi:

1. Observasi Iklim

Bertujuan untuk mengetahui kondisi iklim dari waktu ke waktu dari kisaran hari, bulan dan tahun. Kondisi iklim di sekitar Candi Borobudur telah diobservasi sejak tahun 1972. Iklim merupakan karakter kecuacaan suatu daerah, dan bukan hanya merupakan rata-rata cuaca. Kurun waktu yang ser-

ing digunakan untuk menentukan iklim rata-rata sekitar 30 tahun (Aldrian, E dkk; 2011). Unsur-unsur cuaca dan iklim yang diamati meliputi temperature udara, kelembaban udara, curah hujan, angin, intensitas sinar matahari, penguapan, dan lain-lain.



Stasiun klimatologi untuk observasi iklim



Observasi iklim

2. Observasi Kualitas Udara

Bertujuan untuk memonitor kualitas udara di sekitar cagar budaya. Hal ini karena kualitas udara di suatu wilayah akan sangat berpengaruh terhadap kelestarian suatu cagar budaya. Adapun parameter kualitas udara yang diobservasi antara lain kadar karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), sulfur oksida (SO_x), debu/partikel di udara, dan kebisingan. Semua data hasil observasi yang diperoleh dibandingkan dengan baku mutu udara ambien berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara dan tingkat kebisingan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996.



Observasi kualitas udara saat perayaan Waisak di Candi Mendut

3. Observasi Komponen Flora

Bertujuan untuk memonitor jumlah dan jenis tumbuhan khususnya pohon atau tanaman yang berada di sekitar cagar budaya. Tumbuhan-tumbuhan atau tanaman tersebut kemungkinan berdampak terhadap terhadap kelestarian cagar budaya, baik dampak positif maupun negatif.

4. Observasi Komponen Fauna

Observasi fauna hanya dilakukan pada kasus-kasus dimana keberadaan fauna menjadi indikator penting dalam pelestarian cagar budaya. Secara garis besar fauna dapat dikelompokkan menjadi serangga, ikan, amfibia, reptilia, burung dan mamalia. Berbagai metode dalam pelaksanaan monitoring fauna dipilih sesuai kebutuhan, jenis organisme yang diukur dan kondisi di lingkungan cagar budaya meliputi metode *capture re capture* (tangkap dan tangkap lagi), metode pengukuran nisbi, metode sampling (cuplikan), dan metode sensus (pencatatan total).

5. Observasi Kualitas Air di Lingkungan Cagar Budaya

Kualitas air akan sangat berpengaruh dan dipengaruhi oleh kualitas lingkungannya. Pada bangunan-bangunan bersejarah umumnya cenderung berpori, sehingga lebih higroskop-

is dibandingkan bangunan modern. Berbagai garam dapat larut oleh air dan masuk ke dalam struktur bangunan sehingga dapat menimbulkan pelapukan antara lain pengaraman. Di samping itu ada kalanya dalam upaya perawatan cagar budaya menggunakan bahan biokside yang bersifat racun. Biokside tersebut dapat tercuci atau terbawa oleh air hujan dan masuk ke dalam lingkungan perairan. Oleh karena itu air menjadi indikator penting dalam pelestarian cagar budaya untuk dimonitor. Monitoring kualitas air dilakukan melalui analisis kimia dan fisik. Namun, adakalanya suatu zat tidak dapat terdeteksi dalam air karena jumlahnya sangat sedikit. Tetapi zat tersebut dapat terakumulasi dalam tubuh organisme yang terpapar, sehingga jumlahnya akan menjadi besar pada rantai makan terakhir, contohnya logam berat seperti Pb (timbal), dan sebagainya. Untuk mengetahui ada tidaknya logam tersebut dalam air maka dapat dilakukan dengan uji toksisitas terhadap hewan maupun tumbuhan.



Observasi Kualitas Air

Berdasarkan hasil observasi dampak lingkungan di sekitar Candi Borobudur menunjukkan terjadi kecenderungan kenaikan suhu di sekitar Candi Borobudur, curah hujan dan jumlah hari hujan tertinggi terjadi pada kisaran bulan November - Desember dan Januari – Februari, yang terjadi pergeseran minimal setiap 2 tahun sekali. Kualitas udara di sekitar Candi Borobudur secara umum masih aman, namun kadar karbon monoksida di zona 2 pada area parkir terkadang sudah melebihi dari ambang batas yang ditentukan. Tingkat kebisingan di sekitar Candi Borobudur masih aman, namun jika terjadi *event* (acara) besar maka pada area dan waktu tertentu sering kali melampaui ambang batas kebisingan yang telah ditetapkan. Secara fisik dan kimia kualitas air di sekitar Candi Borobudur masih baik, hasil uji toksikologi juga menunjukkan bahwa air limbah perawatan Candi Borobudur belum berdampak negatif terhadap lingkungan.

D. Monitoring Geohidrologi

Cagar budaya baik berupa bangunan maupun struktur cagar budaya yang berbahan batu, bata maupun kayu banyak yang mengalami kerusakan. Salah satu faktor penyebab kerusakan pada cagar budaya tersebut adalah karena keberadaan air, baik air tanah maupun air permukaan. Kerusakan yang terjadi pada cagar budaya yang disebabkan oleh air dapat berupa kerusakan struktural maupun kerusakan material. Kerusakan struktural yang terjadi antara lain melesak maupun longsor, sedangkan kerusakan material yang terjadi berupa pelapukan material yang dipicu oleh keberadaan air. Untuk menjaga kelestarian cagar budaya salah satunya adalah dengan memantau kondisi cagar budaya tersebut secara *continue* (berlanjut) dari waktu ke waktu. Sehingga perlu adanya kegiatan memonitor keberadaan air tanah maupun air permukaan yang berpotensi memiliki dampak negatif pada cagar budaya maka perlu

adanya kegiatan memonitor keberadaan air tanah maupun air permukaan yang berpotensi memiliki dampak negatif pada cagar budaya maka perlu dilaksanakan monitoring geohidrologi. Kegiatan monitoring geohidrologi meliputi :

1. Observasi Kedalaman Elevasi Muka Air Tanah dengan Inklinometer

Bertujuan untuk mengetahui kedalaman muka air tanah di Candi Borobudur dengan cara memasang alat inklinometer pada 13 titik lokasi. Monitoring dilaksanakan dengan mengamati sumur pada casing pipe inklinometer berupa garis pasang dan surut air tanah (garis iso hidro). Dengan pengamatan tersebut maka dapat diprediksi apakah ada pengaruh negatif terhadap struktur fondasi candi atau tidak. Kegiatan observasi kedalaman muka air tanah dilaksanakan setahun 2 kali pada bulan Maret dan September.

2. Observasi Kedalaman Elevasi Muka Air Tanah Sumur Penduduk

Bertujuan untuk mengetahui kedalaman elevasi muka air tanah di sekitar Candi Borobudur. Kedalaman elevasi muka air tanah di sekitar Candi Borobudur diketahui dengan mengetahui garis pasang dan surut (garis iso hidro) pada sumur penduduk. Metode observasi dilaksanakan dengan melakukan pengamatan secara visual dan pengukuran secara manual kedalaman muka air tanah pada sumur penduduk. Kegiatan dilaksanakan saat musim kemarau dan penghujan.

3. Observasi Kedalaman Sumur Peresapan

Bertujuan untuk mengetahui tingkat pendangkalan sumur resapan. Target kegiatan ini untuk mengetahui efektifitas sumur peresapan serta mengetahui laju pendangkalan akibat lumpur yang dibawa

oleh aliran air. Metode observasi dilakukan dengan menggunakan tongkat pengukur yang dimasukkan ke dalam sumur peresapan. Kegiatan ini dilakukan sebanyak 2 kali dalam setahun saat musim kemarau dan musim penghujan.

4. Observasi Water Meter

Bertujuan untuk mengetahui jumlah debit air limpasan serta estimasi air yang masuk ke dalam tanah bukit Candi Borobudur. Target kegiatan adalah membantu kelancaran aliran air limpasan pada tubuh candi dan mengetahui volume air limpasan pada tubuh candi serta masuk tanah bukit. Metode observasi dilakukan dengan melihat volume debit terukur pada alat water meter yang dipasang di lantai selasar dan di lembah bukit. Kegiatan dilaksanakan setiap bulan dari bulan Januari sampai Desember.

5. Observasi Efektifitas Lapisan Penyaring (Filter Layer)

Bertujuan untuk mengetahui efektifitas lapisan penyaring (filter layer). Target yang diharapkan lapisan penyaring berfungsi efektif. Metode observasi adalah pengamatan dan pencatatan secara langsung debit dan kondisi air yang keluar pada bak penampung lapisan penyaring (filter layer) sebanyak 3 x 3 menit menggunakan beker glass. Selain itu dilakukan pengukuran kekeruhan air menggunakan alat turbidimeter tidak hanya visual saja. Sasaran kegiatan adalah 32 bak penampungan lapisan penyaring (filter layer). Kegiatan

Berdasarkan hasil kegiatan monitoring geohidrologi diketahui bahwa kontur muka air tanah inklinometer yang paling rapat ada pada sisi selatan. Hal ini kemungkinan disebabkan karena kemiringan lapisan tanah/batuan di sisi selatan relatif lebih besar yang menyebabkan landaian hidroliknya juga semakin besar. Data observasi muka air tanah di sekitar Candi Borobudur menunjukan

adanya fluktuasi muka air tanah paling kecil terdapat pada sisi barat daya yaitu 0,9 m (selisih pengukuran bulan Februari-Agustus), sedangkan fluktuasi muka air tanah yang paling besar terdapat pada sisi barat laut yaitu 4,08 m (selisih pengukuran bulan November-Agustus). Tingkat erosi material tanah bukit Candi Borobudur oleh aliran air cukup rendah sehingga laju pendangkalan pada sumur peresapan Candi Borobudur juga relatif rendah. Sumur peresapan Candi Borobudur masih berfungsi dengan baik karena tidak ada air yang menggenang. Lapisan filter layer masih efektif untuk menahan erosi tanah bukit Candi Borobudur.

E. Monitoring Pemanfaatan

Semenjak peresmian restorasi kedua tahun 1983 kunjungan wisatawan ke Candi Borobudur semakin bertambah dari tahun ke tahun. Pemeliharaan dan konservasi yang dilakukan pada bangunan candinya sendiri tidak cukup. Selesaiannya pemugaran candi dan dibukanya candi untuk wisata, berarti semakin banyak dikunjungi orang. Meningkatnya jumlah pengunjung juga akan memberikan dampak kurang baik bagi upaya pelestarian warisan budaya ini.

Pengaruh kunjungan terhadap batu candi pernah dikaji oleh Wahyuningsih dan tim kajian dari Balai Konservasi Borobudur pada tahun 2009. Daya dukung Candi Borobudur menjadi isu yang harus diperhatikan. Berdasarkan kajiannya, daya dukung Candi Borobudur di atas monumen adalah 128 orang, di plataran candi 523 orang dan di Taman sebanyak 10.308 orang.

Keberadaan Taman Wisata di lingkungan candi adalah sebagai wilayah peredam yang dapat menghambat pengunjung agar tidak naik bersama-sama ke candi. Melalui keberadaan taman wisata ini diharapkan pengunjung akan tersebar ke berbagai penjuru taman. Tersebar nya pengunjung akan mengurangi beban yang ditang-

gung oleh bangunan candi. PT. Taman Wisata Candi Borobudur dan Prambanan bertanggung jawab dalam menyediakan berbagai fasilitas untuk memencarkan pengunjung, memberikan informasi yang memadai kepada pengunjung, menyediakan fasilitas rekreasi dan bersantai, dan memperoleh pendapatan guna membiayai kelangsungan pengelolaan kawasan wisata budaya yang bersangkutan (Tanudirjo,et.al.1993-1994). Kompleks taman wisata Candi Borobudur dilengkapi dengan fasilitas pendukung, antara lain berupa taman yang mengelilingi candi, museum, ruang audiovisual, hotel, restoran, musholla, dan kios cinderamata. Fasilitas museum yang terdapat di kompleks taman wisata Candi Borobudur diharapkan dapat memberikan informasi yang memadai mengenai Candi Borobudur dan aspek yang terkait.

Pada tahun 2003 diadakan *Reactive Monitoring Mission of Borobudur Temple Compounds* oleh WHC-ICOMOS yang dihadiri hampir seluruh instansi yang terkait dengan pengelolaan kawasan Candi. Salah satu isu yang digulirkan saat itu adalah mengenai minimnya pengalaman pengunjung. Salah satu butir rekomendasi yang dihasilkan dari monitoring ini dinyatakan dalam dokumen *World Heritage Commision* sebagai berikut:

“Endorses the national policy to improve the interpretation of the World Heritage value of the property to visitors, giving due emphasis to the local cultural history, intangible cultural heritage, meditative cultural practices which contribute to promote understanding of the spiritual and artistic values for which the property was recognized as World Heritage”

Catatan yang diberikan oleh Tim Monitoring WHC – Icomos ini menyatakan bahwa perlu adanya upaya peningkatan penafsiran terhadap Candi Borobudur. Dalam perspektif nasional dan regional, Candi Borobudur masih menjadi destinasi unggulan. Candi Boro-

budur adalah sebuah *masterpiece* warisan dunia yang patut untuk dilestarikan dan dimanfaatkan secara bijak oleh setiap generasi. Popularitas candi Budha ini mendorong tingginya angka kunjungan wisatawan ke objek ini sehingga dapat dikatakan bila Borobudur termasuk objek wisata massal yang di satu pihak menjadi harapan sebab memberikan keuntungan yang sangat signifikan, namun di sisi lain menjadi bumerang bagi objek itu sendiri sebab sensitivitas bangunan candi akibat aktivitas manusia yang melebihi daya dukung justru memberikan dampak buruk bagi kondisi bangunan candi itu sendiri. Di samping akibat faktor alam, faktor manusia yang bersumber dari wisatawan itu sendiri yang menjadi penyebab utama terjadinya penurunan kualitas bangunan candi.



Pemanfaatan Pariwisata Pada Candi Borobudur

Berdasarkan kondisi tersebut, maka Balai Konservasi Borobudur sebagai pihak yang bertugas memelihara dan melestarikan Candi Borobudur (termasuk Candi Mendut dan Candi Pawon) perlu mengadakan monitoring dan evaluasi pemanfaatan. Maksud dilaksanakannya kegiatan Monitoring dan Evaluasi Pemanfaatan Candi Borobudur adalah mengumpulkan dan mengevaluasi berbagai aspek yang terkait dengan pemanfaatan Candi Borobudur yang

memiliki pengaruh terhadap kelestarian Candi Borobudur sebagai konsekuensinya sebagai warisan dunia. Adapaun ruang lingkup kegiatan monitoring dan evaluasi Pemanfaatan meliputi zona I dan II Candi Borobudur.

Data hasil monitoring dan evaluasi yang dilaksanakan sangat diperlukan sebagai pertimbangan kebijakan dari pemerintah terkait guna mengontrol hal-hal yang dapat mengancam kelestarian Candi Borobudur dan mencari upaya pemecahannya. Variabel yang diobserasi pada monitoring pemanfaatan adalah:

1. **Tingkat Kunjungan**

Variabel ini untuk mengetahui tingkat kunjungan di Candi Borobudur, Candi Mendut dan Candi Pawon. Sasarannya adalah Jumlah pengunjung dengan komposisi jenis pengunjung. Target dari variabel ini adalah data pengunjung perhari dalam tahun berjalan (current year) dan jenis komposisinya. Pengumpulan data laporan dari PT.Taman Wisata Candi Borobudur dan Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kab. Magelang.



Tingkat kunjungan meningkat pada musim liburan

2. Interpretasi Pengunjung Terhadap Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Pawon

Variabel ini untuk mengetahui tingkat pengalaman pengunjung terhadap Candi Borobudur. Sasarannya adalah pengunjung Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon. Target dari variabel ini adalah (a)Mengetahui tingkat kunjungan ke pusat informasi, audio visual, museum dan papan informasi, (b)Mengetahui jumlah pemandu, prosentase jumlah pengunjung yang memakai jasa pemandu, serta jalur pemanduan, (c)Mengetahui tingkat kepuasan pengunjung di museum. Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan Kuesioner, observasi lapangan, dan wawancara.

3. Perilaku dan Distribusi Pengunjung

Variabel ini untuk mengetahui perilaku vandalisme, distribusi atau pemerataan pengunjung. Sasarannya adalah Pengunjung, candi dan taman. Target dari variabel ini adalah (a)distribusi kunjungan, (b) Jumlah dan lokasi kasus vandalisme, (c) Alur dan waktu kunjungan. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi lapangan.

4. Tingkat Kepuasan Pengunjung dan Evaluasi terhadap Fasilitas

Variabel ini untuk mengetahui mengetahui tingkat kepuasan pengunjung terhadap pengelolaan candi dan taman beserta fasilitasnya. Sasarannya adalah pengunjung. Target dari variabel ini adalah (a)Data peta lokasi fasilitas pengunjung , (b) Kuesioner pengunjung Candi Borobudur, pengunjung Candi Mendut dan Candi Pawon. Pengumpulan data dilakukan dengan membagikan kuisisioner.

F. Monitoring Kawasan

Pada Februari 2006, terdapat *Reactive Monitoring Mission* yang dalam laporannya merekomendasikan untuk me-review Kepres No.1 tahun 1992 dan rekomendasi untuk menyusun rencana pengembangan kawasan sesuai JICA Masterplan. Tahun 2007, diberlakukan undang-undang tentang penataan ruang yaitu UURI No.26/2007. Di dalamnya terdapat pengertian dan penataan ruang Kawasan strategis nasional (KSN). KSN adalah wilayah yang penataan ruangnya diprioritaskan karena mempunyai pengaruh sangat penting secara nasional terhadap kedaulatan negara, pertahanan dan keamanan negara, ekonomi, sosial, budaya, dan/atau lingkungan, termasuk wilayah yang telah ditetapkan sebagai warisan dunia. Setahun setelah undang-undang tersebut, yaitu tahun 2008, kawasan borobudur dan sekitarnya ditetapkan sebagai Kawasan Strategis Nasional yang tercantum pada PP No.26/2008 tentang RTRWN, lampiran X No.29.

Berdasarkan Instruksi Presiden No.1/2010 tentang Percepatan Pelaksanaan Prioritas Pembangunan Nasional Tahun 2010 dan Undang-undang Cagar Budaya No.11/2010, maka diperlukan penetapan dan pembentukan pengelolaan terpadu cagar budaya, kawasan cagar budaya dan Badan Pengelola Kawasan Cagar Budaya. Berdasarkan hal-hal tersebut, Balai Konservasi Borobudur mulai memasukkan monitoring kawasan sebagai salah satu hal yang perlu dipantau setiap tahun dan akan dimasukkan ke dalam *periodic report* UNESCO setiap 6 tahun sekali.

Tahun 2010, terdapat Kajian Pengelolaan Terpadu Kawasan Borobudur oleh tim ahli dari berbagai aspek, yaitu potensi ekosistem, pariwisata alternatif, Sosial Budaya, Peran Pemerintah, Studi Kelayakan, dan Manajemen Terpadu. Kajian-kajian ini menjadi rujukan dalam melaksanakan monitoring kawasan Balai konservasi Borobudur. Tahun 2011, Kawasan Borobudur mulai dipantau oleh Balai

Konservasi Borobudur melalui Tim Monitoring Kawasan. Setiap tahun variabel yang diamati cukup dinamis. Variabel yang dipantau pada tahun 2011 adalah demografi, ekologi kawasan, sosial budaya masyarakat, ekonomi masyarakat, perkembangan infrastruktur, dan luas kawasan. Tahun 2012 variabel luas kawasan diganti dengan perubahan tata guna lahan. Hal ini dikarenakan luas kawasan sudah diketahui pada tahun sebelumnya dan dilanjutkan dengan mendata perubahan tata guna lahan. Tahun 2013-2015, variabel ekologi kawasan, sosial-budaya-ekonomi masyarakat tidak dipantau namun ditambah variabel monitoring situs dan potensi cagar budaya. Tahun 2016 kembali ditambah variabel perkembangan ekonomi, sosial dan budaya, karena perkembangan ekonomi berbasis budaya dan keterlibatan komunitas budaya lokal pernah ditanyakan oleh UNESCO. Tahun demi tahun mengalami dinamika karena adanya evaluasi yang dilakukan tiap tahunnya.

Tahun 2014 muncul ditetapkan Peraturan Presiden No.58/2014 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Borobudur dan Sekitarnya. Dengan adanya Perpres ini, monitoring kawasan menjadi mempunyai payung hukum yang jelas sebagai pegangan pelaksanaan monitoring. Pada tahun yang sama juga ditetapkan keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI No.286/M/2014 tentang Ruang Geografis Borobudur sebagai Kawasan Cagar Budaya Peringkat Nasional. Dengan ditetapkannya ruang geografis Borobudur sebagai KCB tingkat nasional, maka situs-situs Cagar Budaya yang telah ditetapkan di dalamnya juga menjadi variabel yang dipantau pada monitoring kawasan, yaitu monitoring situs dan cagar budaya; memonitor situs dan menyelamatkan benda-benda yang diduga cagar budaya di Kawasan Borobudur.

Maksud dari monitoring kawasan adalah mendata hal-hal yang dapat mengancam kualitas ruang Kawasan Borobudur yang berkarakter perdesaan dari dampak negatif pemanfaatan ruang kawasan dan

melindungi tinggalan arkeologi yang terkandung di dalamnya. Data tersebut kemudian akan dijadikan bahan laporan kepada yang berwenang dalam mengambil kebijakan. Tujuan monitoring ini adalah terciptanya Kawasan Borobudur yang tertata dan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Penataan ruang Kawasan Borobudur dan sekitarnya bertujuan untuk mewujudkan tata ruang Kawasan Borobudur yang berkualitas dalam rangka menjamin terciptanya pelestarian Kawasan Borobudur sebagai Kawasan Cagar Budaya Nasional dan Warisan Budaya Dunia. Variabel yang diobservasi pada monitoring Kawasan adalah:

1. Demografi

Variabel ini untuk menganalisis aspek kependudukan masyarakat. Sasarannya adalah data kuantitas dan kualitas penduduk. Target dari variabel ini adalah Profil desa, jumlah penduduk, mutasi penduduk. Pengumpulan data laporan sekunder dari berbagai sumber. Pembangunan kependudukan menjadi dasar pembangunan ekonomi dan pembangunan lingkungan sehingga menciptakan stabilitas yang mewujudkan Kesejahteraan Masyarakat dan berujung pada pelestarian

2. Monitoring Perkembangan Infrastruktur Pembangunan

Variabel ini untuk mengetahui infrastruktur pembangunan apa saja yang bertambah atau kurang di tiap desa dalam SP-1 dan SP-2. Sasarannya adalah pendataan infrastruktur baru (SP-1); dan observasi visual objek-objek dari atas Candi Borobudur yang mengganggu arah pandang ke arah Gunung Sindoro, Gunung Telomoyo, Gunung Andong, Gunung Merbabu, Gunung Merapi, perbukitan Menoreh,

Gunung Ayamayam, Gunung Tidar dan Gunung Sumbing (SP-2) serta arah pandang di sepanjang jalan Strategis Nasional. Target dari variabel ini SP-1 dan SP-2. Pengumpulan data adalah dengan observasi lapangan. Prasarana yang akan diamati berupa jaringan jalan untuk menganalisa apakah jalan tersebut mengancam atau berpotensi cagar budaya atau tidak. Adapun sarana yang akan diamati berupa BTS (menara telekomunikasi).

3. **Monitoring Perubahan Tata Guna Lahan**

Variabel ini untuk mengetahui peruntukkan lahan Kawasan Strategis Nasional dan perubahannya. Sasarannya adalah dusun-dusun di wilayah KSN SP-1. Target dari variabel ini adalah pembuatan peta perubahan lahan per-Dusun di wilayah KSN SP-1. Pengumpulan data adalah dengan interpretasi citra satelit dan observasi lapangan (pengecekan interpretasi citra). Arahan SP-1 dalam Perpres 58/2014; (1) Kawasan Situs Cagar Budaya, Kawasan Sempadan Sungai dan Kawasan peruntukkan pertanian yang merupakan sawah bekas danau purba, yaitu tanpa melakukan perubahan dengan mempertahankan objek semula, (2) Kawasan Peruntukkan Pertanian, yaitu perubahan sangat terbatas pada kegiatan pembangunan atau pengembangan yang tidak mengganggu fisik situs cagar budaya dan ekosistem di sekitarnya, (3) Kawasan Peruntukkan Pemukiman yang merupakan permukiman perdesaan, yaitu Perubahan terbatas pada kegiatan pembangunan atau pengembangan yang tidak mengganggu fisik situs cagar budaya dan ekosistem di sekitarnya. Arahan SP-2 dalam Perpres 58/2014; (1) Pengendalian Bentang Pandang, yaitu mengendalikan Kegiatan Pembangunan yang dapat mengganggu arah pandang dari kawasan situs cagar budaya ke arah gunung sin-

doro, gunung telomoyo, gunung andong, gunung merbabu, gunung merapi, perbukitan menoreh, gunung ayam-ayam, gunung tidar, gunung sumbing, dan arah pandang di sepanjang jalan strategis nasional, (2) Perlindungan sebaran situs sejarah dan purbakala yang belum tergali, yaitu mencegah kerusakan benda arkeologis yang belum digali pada kawasan peruntukan pertanian, kawasan hutan rakyat, dan kawasan peruntukan permukiman, (3) Pengendalian Alih Fungsi Lahan Pertanian, yaitu membatasi alih fungsi lahan pertanian pada kawasan peruntukan yang bukan merupakan sawah bekas danau purba, dan mencegah alih fungsi lahan pertanian pada kawasan peruntukan pertanian yang merupakan sawah bekas danau purba, (4) Penataan Bangunan dan Lingkungan, yaitu mewujudkan keserasian antara pengembangan kawasan peruntukan permukiman dan upaya pelestarian kawasan, (5) Pengendalian kawasan sempadan sungai dan anak-anak sungainya, sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.



4. **Monitoring Situs dan Potensi Cagar Budaya**

Variabel ini untuk memonitor situs yang ada di Candi Borobudur dan sekitarnya serta menginventaris atau memetakan dusun-dusun setiap desa di KSN Borobudur yang memiliki potensi Cagar Budaya. Sasarannya adalah SP-1 dan SP-

2. Target dari variabel ini adalah Pemetaan Tinggalan Arkeologis di sekitar Candi Borobudur. Metode yang dilakukan adalah dengan pendataan terhadap tinggalan arkeologis dan temuan baru yang berpotensi menjadi cagar budaya. Monitoring dilakukan pada desa-desa dalam SP 1 dan dan SP2 khususnya yang tercantum dalam Peraturan Menteri 286/M/2014.



Peraturan presiden adalah salah satu alat pengelolaan untuk melestarikan Warisan Dunia. Peraturan ini menjamin kelestarian budaya dan keberlangsungan pembangunan. Dengan diterapkannya Peraturan Presiden No.58 tahun 2014 ini di kawasan Candi Borobudur diharapkan menjadi acuan pengelolaan Warisan Dunia yang lain.

Kronologi Proses Penyusunan RTR Kawasan Borobudur dan sekitarnya (Peraturan Presiden)

- 1991 : Penetapan kawasan Borobudur sebagai World Cultural Heritage oleh UNESCO dengan nomor 592 C tahun 1991.
- 2003 : *Reactive Monitoring Mission*: Memperkuat legalitas pengendalian pembangunan (WHC Committee 27 COM 7B.47)
- 2004 : Pelarangan pembangunan jalan baru hingga zona 3; menghentikan pembangunan zona komersial (WHC Committee 28 COM 15B.59)
- 2005 : Penyusunan rencana pariwisata; Visitor

Management Plan (WHC Committee 29 COM 7B.53)

- 2006 : Reactive monitoring Mission (Review Kepres No.1 /1992; Penyusunan rencana pengembangan kawasan sesuai JICA Masterplan.
- 2007 : Melanjutkan upaya revisi kerangka legal dan institusi pengelolaan kawasan Borobudur (WHC Committee 31 COM 7B.84)
- 2008 : Penetapan Kawasan Borobudur dan sekitarnya sebagai Kawasan Strategis Nasional (PP No.26/2008 tentang RTRWN Lampiran No.X No.29).
- 2008-2009 : Kajian MP 1979 dengan bantuan Technical Assistance UNESCO, Mr.Y. Iwasaki; Seminar Re-thinking Borobudur (WHC Committee 33 COM 7B.74).
- 2010-2011 : Penyusunan Rperpres tentang RTR Kawasan Borobudur dan sekitarnya (termasuk arahan peraturan zonasi).
- 2014 : Penetapan Peraturan Presiden No.58/2014 tentang RTR Kawasan Borobudur dan sekitarnya.

Proteksi dan manajemen Warisan Dunia dipayungi dalam sistem hukum nasional melalui UU No.11/2010 tentang cagar budaya dan UU 26/2007 tentang Penataan Ruang. Warisan Dunia *Borobudur temple Compounds* dijamin dengan penetapan Satuan Ruang Geografis Borobudur sebagai Kawasan Cagar Budaya Peringkat Nasional dan Penetapan Kawasan Borobudur dan Sekitarnya sebagai Kawasan Strategis Nasional.

Tujuan, Kebijakan, dan Strategi Penataan Ruang Kawasan Borobudur dan Sekitarnya

Penataan Ruang Kawasan Borobudur dan sekitarnya bertujuan untuk mewujudkan tata ruang Kawasan Borobudur yang berkualitas dalam rangka menjamin terciptanya pelestarian Kawasan Borobudur sebagai Kawasan Cagar Budaya Nasional dan Warisan Budaya Dunia.

Kebijakannya (penataan ruang Kawasan Borobudur) adalah perlindungan karakter kawasan pedesaan dari dampak pemanfaatan ruang ka-

wasan perkotaan yang dapat menurunkan kualitas ruang Kawasan Borobudur sebagai Kawasan Cagar Budaya Nasional dan Warisan Budaya Dunia; dan Peningkatan koordinasi, integrasi dan sinkronisasi antar pemangku kepentingan dalam rangka pelaksanaan pemanfaatan ruang dan pengendalian pemanfaatan ruang kawasan Borobudur.

Strategi untuk kebijakan perlindungan karakter kawasan perdesaan adalah dengan (1) Mempertahankan kawasan Cagar Budaya (KCB) dari kerusakan permanen akibat pemanfaatan ruang yang dilaksanakan tanpa memperhatikan kepentingan sejarah, ilmu pengetahuan, pendidikan, agama, dan/atau kebudayaan, (2) Mencegah terjadinya alih fungsi lahan kawasan pertanian dan kawasan hutan, (3) Membatasi perkembangan kawasan terbangun perkotaan, (4) Membatasi kegiatan pemanfaatan ruang yang mengancam kerusakan situs Cagar Budaya yang belum tergali, struktur geologi, dan bentang pandang. Adapun peningkatan koordinasi yaitu dengan strategi mengembangkan kelembagaan lintas wilayah dan lintas sektor serta peran serta masyarakat dalam rangka pelestarian dan pengembangan kawasan Borobudur.

Amanat Perpres 58/2014 tentang pengelolaan Kawasan

Dalam Perpres NO. 58 tahun 2014, terdapat amanat presiden yang menyatakan bahwa dalam rangka mewujudkan Rencana Tata Ruang Kawasan Borobudur dilakukan pengelolaan Kawasan Borobudur. Pengelolaan kawasan Borobudur dilaksanakan oleh menteri, menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang kebudayaan, menteri/pimpinan lembaga terkait, Gubernur, Bupati, dan badan/lembaga sesuai dengan kewenangannya berdasarkan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Adopsi Masterplan JICA 1979 pada Perpres RTR 58/2014

Mission Report & Masterplan	Perpres RTR No.58/2014
<i>Land Use Control Plans</i>	Arahan Peraturan Zonasi per dusun dalam SP 1 (50 Dusun)
<i>Rural Landscape</i>	KDB rendah untuk permukiman perdesaan 20% dan pusat kegiatan lokal 50%

<i>Scenery view control</i>	Ketinggian bangunan tidak boleh terlihat dari puncak Candi Borobudur dan maksimal ketinggian bangunan 10 meter.
-----------------------------	---

Pengembangan Infrastruktur KSN Borobudur (struktur Ruang)

1. Pengembangan jalan kolektor primer 2 (provinsi);
2. Sistem pengendalian banjir Sungai Progo dan Ello;
3. Rencana jaringan jalan lingkaran Mendut;
4. Perubahan status jalan palbapang menjadi jalan strategis nasional;
5. Menyediakan sentral parkir khusus di Desa Ngrajek (koridor Palbapang-Borobudur);
6. Mengembangkan Pusat Kegiatan Lokal (PKL) Borobudur dengan rehabilitasi pasar Borobudur;
7. Pengembangan terminal tipe C, penyediaan sentral parkir khusus;
8. Pengembangan jaringan irigasi pada kawasan pertanian;
9. Pengembangan prasarana (air bersih, Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM), jalan desa, persampahan, dan lain-lain).

Infrastruktur perlu dimonitor agar sesuai dengan rencana pengembangan infrastruktur yang tertuang dalam Perpres 58/2014. Oleh karena itu, tim monitoring kawasan Balai Konservasi Borobudur memasukkan perkembangan infrastruktur sebagai variabel yang dipantau.

Pengembangan Kawasan (Pola Ruang)

Pada pengembangan kawasan (pola ruang), diantaranya adalah penataan kawasan pendukung kegiatan wisata di Desa Ngrajek, revitalisasi desa wisata, Kampung Improvement Program (KIP), penataan kawasan situs Candi Pawon dan Candi mendut, Revitalisasi Taman Candi Borobudur, mempertahankan pertanian bekas danau purba.

Mekanisme perijinan pembangunan kawasan:

Investor atau masyarakat memohon izin kepada bupati. Bupati berkonsultasi dengan tim penasehat dalam hal ini kementerian ... Kementerian/pusat memberikan rekomendasi untuk membuat bupati mengeluarkan keputusan perizinan kepada pemohon.

Kegiatan yang telah dilakukan dan akan tetap terus diagendakan di Balai Konservasi Borobudur adalah sosialisasi/internalisasi kepada masyarakat dan dengan diseminasi instansi terkait.

Foto-foto/contoh kegiatan mengenai pelestarian kawasan Borobudur

Indikasi program dalam Perpres 58/2014 adalah (1)Penyusunan Masterplan Infrastruktur, (2)Penyusunan Masterplan Pelestarian Cagar Budaya, (3))Penyusunan Masterplan Pariwisata, (4)Penyusunan MasterplanPeningkatan pertanian Pangan Berkelanjutan.

KAJIAN PENGEMBANGAN METODE DAN TEKNIK KONSERVASI

Warisan budaya nenek moyang yang masih dapat kita nikmati sampai dengan sekarang ini masih banyak jumlahnya, tersebar di wilayah tanah air dari Sabang sampai Merauke. Warisan budaya peninggalan nenek moyang tersebut beberapa berasal dari zaman prasejarah seperti batu megalitik Kalamba di daerah Lore, Sulawesi Tengah, kemudian yang lain berasal dari zaman Hindu Budha kebanyakan berupa candi-candi dan arca dari batu, bata maupun logam, tinggalan zaman Islam berupa jirat/nisan dan bangunan masjid dan zaman kolonial berupa benteng dan bangunan kolonial. Tinggalan-tinggalan budaya dari berbagai macam material tersebut sudah sepantasnya kita jaga dan lestarikan keberadaan sebagai harta dan kekayaan bangsa Indonesia.

Balai Konservasi Borobudur sebagai salah satu UPT di bawah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang bergerak dibidang konservasi dan pelestarian cagar budaya, berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 29 Tahun 2015, memiliki tugas melaksanakan konservasi dan pelestarian Candi Borobudur dan kawasan budaya Borobudur. Dalam menjalankan tugas tersebut Balai Konservasi menyelenggarakan berbagai fungsi yaitu (a) pelaksanaan kajian konservasi terhadap aspek teknik sipil, arsitektur, geologi, biologi, kimia, dan arkeologi Candi Borobudur dan cagar budaya lainnya; (b) pelaksanaan pengamanan, pemeliharaan, dan pemugaran Candi Borobudur, Candi Mendut, Candi Pawon dan kawasan cagar budaya Borobudur; (c) pelaksanaan pengembangan dan pemanfaatan Candi Borobudur, Candi Mendut, Candi Pawon, dan kawasan cagar budaya Borobudur; (d) pelaksanaan dokumentasi dan publikasi Candi Borobudur, Candi Mendut, Candi Pawon dan kawasan cagar budaya Boro-

budur; (e) pelaksanaan kemitraan di bidang konservasi dan pelestarian Candi Borobudur, Candi Mendut, Candi Pawon dan cagar budaya Borobudur; (f) pelaksanaan pengembangan metode dan teknik konservasi cagar budaya; dan (g) pelaksanaan urusan ketatausahaan Balai Konservasi Borobudur. Dalam hal pengembangan metode dan teknik konservasi untuk pelestarian cagar budaya dilakukan dengan cara melakukan penelitian/kajian disertai dengan percobaan baik di laboratorium maupun di lapangan.

Melakukan beberapa kajian konservasi cagar budaya di setiap tahunnya merupakan kegiatan yang dilaksanakan oleh Balai Konservasi Borobudur dalam rangka menjalankan salah satu fungsinya. Kajian yang dilakukan merupakan kajian konservasi berbagai macam material cagar budaya diantaranya batu, bata, kayu, logam dan kertas. Tujuan dari masing-masing kajian pun berbagai macam, seperti untuk penyelesaian suatu permasalahan/kerusakan cagar budaya, evaluasi penanganan yang telah dilakukan, pengembangan metode dan teknik konservasi, maupun kajian arkeologis. Cakupan wilayah kajian adalah Candi Borobudur dan cagar budaya lainnya yang ada di Indonesia. Selama periode tahun 2007 hingga 2016, Balai Konservasi Borobudur telah melaksanakan kajian konservasi sebanyak 85 kajian dengan rincian tahun 2007 sebanyak 11 kajian, tahun 2008 sebanyak 12 kajian, tahun 2009 sebanyak sepuluh kajian, tahun 2010 sebanyak sepuluh kajian, tahun 2011 sebanyak enam kajian, tahun 2012 sebanyak enam kajian, tahun 2013 sebanyak enam kajian, tahun 2014 sebanyak delapan kajian, tahun 2015 sebanyak delapan kajian dan tahun 2016 sebanyak delapan kajian. Dari 85 buah kajian yang dilaksanakan, terdapat 50 kajian yang bertemakan tentang Candi Borobudur dan sekitarnya, sedangkan sisanya adalah kajian konservasi material berupa kayu, bata, keramik dan logam serta kajian penyelesaian permasalahan konservasi di instansi luar. Diantara 50 kajian tersebut 30% nya atau sejumlah 15 kajian adalah kajian tentang pengembangan metode dan teknik konservasi. Beri-

kut ini adalah 15 judul-judul kajian tentang pengembangan metode dan teknik konservasi dalam rangka pelestarian kawasan Candi Borobudur yang dilakukan selama sepuluh tahun terakhir (2007-2016):

1. Kajian pengembangan metode pembersihan lumut dengan pemanasan (2007);
2. Pengujian bahan aditif semen untuk aplikasi konservasi dan pemugaran candi (2009);
3. Konservasi relief Candi Borobudur (2010);
4. Kajian pengembangan bahan konservasi mortar tradisional (*hydraulic mortar*) (2010);
5. Kajian penanganan nat pada selasar Candi Borobudur (2011);
6. Kajian efektivitas EDTA dalam membersihkan endapan garam pada cagar budaya berbahan batu (2012);
7. Kajian efektivitas pembersihan endapan garam pada garar budaya batu dengan resin penukar ion (2014);
8. Kajian pengembangan metode pengukuran deformasi vertikal dan horisontal Candi Borobudur (2014);
9. Kajian minyak atsiri untuk konservasi cagar budaya berbahan batu (2015);
10. Kajian pencocokan kepala arca budha Candi Borobudur (2015);
11. Kajian mortar etil silikat untuk konservasi cagar budaya berbahan andesit (2015);
12. Kajian rentang dekat dan aerial untuk dokumentasi 3 dimensi cagar budaya (2016);

13. Kajian pencocokan kepala arca Candi Borobudur Tahap II (2016);
14. Kajian minyak atsiri untuk Konservasi Cagar Budaya Batu Tahap II (2016);
15. Kajian mortar etil silikat untuk konservasi cagar budaya berbahan andesit tahap II (2016).

Berbagai macam kajian pengembangan metode dan teknik konservasi telah dikembangkan oleh Balai Konservasi Borobudur selama sepuluh tahun terakhir (periode 2007-2016) khususnya untuk menangani permasalahan di kawasan Candi Borobudur. Dari hasil kajian-kajian tersebut dapat dikelompokkan menjadi lima tema kajian pengembangan metode dan teknik konservasi yaitu: (a) untuk menangani kerusakan dan pelapukan material batu penyusun Candi Borobudur oleh faktor kimiawi; (b) untuk menangani kerusakan dan pelapukan material batu penyusun Candi Borobudur oleh faktor biologi; (c) untuk menangani kerusakan dan pelapukan material batu penyusun Candi Borobudur oleh faktor fisik; (d) untuk pendokumentasian cagar budaya; dan (e) untuk anastilosis batu. Berikut ini akan diuraikan hasil kajian pengembangan metode dan teknik konservasi yang telah dilakukan.

1) Kajian Pengembangan Metode dan Teknik Konservasi untuk menangani kerusakan dan pelapukan material batu penyusun Candi Borobudur oleh faktor kimiawi.

Penyebab kerusakan dan pelapukan material cagar budaya disebabkan oleh faktor fisik, kimia, dan biologi. Penggaraman adalah salah satu penyebab kerusakan dan pelapukan material batu penyusun Candi Borobudur yang terjadi secara kimiawi. Proses terjadinya penggaraman karena adanya pelarutan mineral batu penyusun Candi Borobudur oleh air yang melewati pori batuan baik akibat air hujan maupun air tanah

bukit dan kemudian karena adanya penguapan, air menguap dan mineral yang terbawa mengendap pada permukaan batuan. Menurut Ariyanto (1993), penggaraman pada dinding Candi Borobudur menyebabkan terjadinya pengelupasan pada permukaan batu, hal ini disebabkan karena adanya pemuatan dan pengkerutan yang berbeda antara mineral batuan dan endapan garam. Telah dilakukan berbagai usaha untuk menangani permasalahan penggaraman ini diantaranya dengan dilakukannya berbagai macam kajian sebagai berikut “Kajian Metode Konservasi Relief Candi Borobudur tahun 2010”, “Kajian Efektifitas EDTA dalam Membersihkan Endapan Garam pada Cagar Budaya Berbahan Batu tahun 2012” dan “Kajian Efektifitas Pembersihan Endapan Garam pada Cagar Budaya Berbahan Batu dengan Resin Penukar Ion tahun 2014”.

Penelitian “Metode Konservasi Relief Candi Borobudur tahun 2010” menggunakan bahan EDTA (*ethylene diamine tetraacetic acid*) dan NH_4HCO_3 (*ammonium bikarbonat*). Pemilihan EDTA sebagai bahan uji karena EDTA merupakan salah satu asam organik yang dapat melarutkan garam Ca, Mg, dan Fe pada mineral endapan garam permukaan batu Candi Borobudur. Adapun cara yang dilakukan dalam penelitian ini dengan mereaksikan antara endapan garam dengan larutan uji yaitu EDTA dan NH_4HCO_3 . Dalam kajian ini diperlukan media sebagai perantara antara endapan garam dan larutan uji yaitu kertas *tissue*. Kertas *tissue* dipilih karena dapat menyerap larutan uji sehingga tetap dapat bereaksi dengan endapan garam. Cara yang digunakan yaitu penempelan kertas *tissue* yang telah dijenuhkan hingga seperti bubur dengan larutan EDTA dan larutan NH_4HCO_3 variasi konsentrasi 3%, 5% dan 10% pada permukaan batu yang terdapat endapan garam, dengan durasi waktu penempelan selama 1,5 bulan. Bubur kertas setelah ditempelkan pada permukaan batuan yang terdapat endapan garam kemudian dilakukan pengujian kelarutan endapan garam dengan menggunakan AAS (.....). Adapun parameter pengujian mengacu pada mineral penyusun endapan garam, unsur tersebut antara lain kalsium,

magnesium, besi, dan tembaga.



Gambar percobaan penempelan bubur kertas pada permukaan batu yang terdapat endapan garam
(Sumber: Swastikawati, dkk, 2010)

Identifikasi jenis endapan garam menggunakan analisis instrumen XRD (...) menunjukkan bahwa garam yang dominan adalah jenis kalsium karbonat (CaCO_3). Pengujian kelarutan endapan garam dalam larutan uji dengan menggunakan instrumen AAS, kelarutan kalsium dari endapan garam dalam larutan EDTA, NH_4HCO_3 dan campurannya menunjukkan bahwa tingkat kelarutan garam kalsium tertinggi dalam larutan EDTA 10% yaitu 352,00 ppm. Sedangkan tingkat kelarutan garam kalsium tertinggi dalam larutan NH_4HCO_3 10% sebesar 31,55 ppm sedangkan tingkat kelarutan garam kalsium tertinggi dalam campuran EDTA dan NH_4HCO_3 10% sebesar 231,01 ppm. Kelarutan kalsium endapan garam dalam larutan EDTA lebih besar dibandingkan dengan larutan NH_4HCO_3 maupun campuran keduanya. Hal ini disebabkan karena EDTA mempunyai sifat pengompleks antara lain dengan ion kalsium, magnesium dan besi. Penggunaan bahan EDTA maupun NH_4HCO_3 secara visual tidak dapat membersihkan endapan garam pada permukaan batuan Candi Borobudur akan tetapi secara laboratorium dapat melarutkan mineral kalsium, magnesium, besi dan tembaga pada endapan garam.

Berdasarkan hasil kajian “Metode Konservasi Relief Candi Borobudur tahun 2010”, dalam membersihkan endapan garam pada Candi Borobudur, bahan yang efektif adalah EDTA oleh sebab itu dilakukan penelitian lanjutan yang fokus pada penggunaan bahan EDTA yaitu “Efektifitas EDTA dalam Membersihkan Endapan Garam pada Cagar Budaya Berbahan Batu tahun 2012”. Metode pengaplikasian bahan sama dengan metode pembersihan endapan garam dengan cara penempelan kertas *tissue* yang telah dijenuhkan dalam larutan EDTA hingga seperti bubur. Adapun variasi konsentrasi yang diujikan yaitu 10%, 15% dan 20% selama variasi waktu 2 jam, 48 jam dan 72 jam. Bubur kertas setelah ditempelkan pada permukaan batuan yang terdapat endapan garam kemudian dilakukan pengujian kelarutan endapan garam dengan menggunakan AAS. Adapun parameter pengujian mengacu pada mineral penyusun endapan garam, unsur tersebut antara lain kalsium, magnesium, besi, dan tembaga. Hasil kajian ini adalah pengujian material penyusun endapan garam candi Borobudur berdasarkan analisis EDS, yaitu:

Jenis Sampel	Jenis Mineral(%)						
	C	MgO	Al_2O_3	SiO_2	CaO	FeO	CuO
Kerak C. Borobudur	15,63	0,38	9,15	71,8	2,59	0,25	0,21

Sumber: Swastikawati, dkk, 2012

Mineral penyusun garam yang dominan yaitu kalsium karbonat dan juga kalsium silikat, adanya unsur silikat ini bisa juga dari batuan karena mineral utama batu penyusun Candi Borobudur adalah silika selain itu juga bisa jenis garam berbentuk silikat. Pengujian tingkat kekerasan endapan garam sebesar 4-5 skala mohs, hal ini menunjukkan endapan garam yang menempel pada permukaan batu Candi Borobudur bersifat keras.

Pengujian kelarutan endapan garam dalam larutan uji dengan menggunakan instrumen AAS, menunjukkan kelarutan kalsium, magnesium dari endapan garam dalam larutan EDTA konsentrasi 10%, 15% dan 20% adalah bahwa tingkat kelarutan garam kalsium tertinggi dalam larutan EDTA 10% yaitu 609,481 ppm, tingkat kelarutan garam kalsium dalam larutan EDTA 15% sebesar 442,212 ppm sedangkan tingkat kelarutan garam kalsium dalam larutan EDTA 20% sebesar 339,767 ppm. Konsentrasi EDTA 10% waktu kontak 24 jam menunjukkan hasil yang optimum, hasil ini sama dengan penelitian “Metode Konservasi Relief Candi Borobudur tahun 2010”.

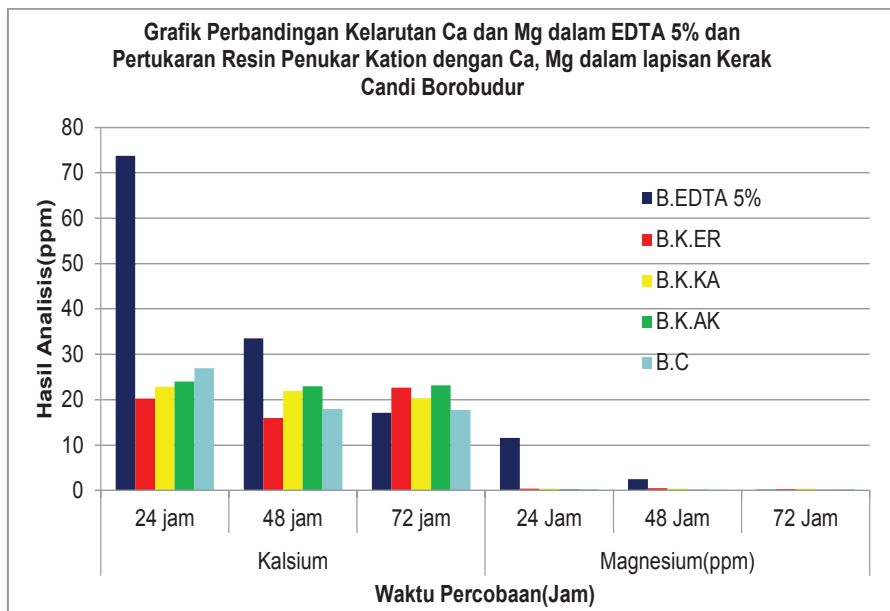
Penelitian lain sebagai upaya mencari bahan dan metode pembersihan endapan garam Candi Borobudur adalah “Kajian Efektifitas Pembersihan Endapan Garam pada Cagar Budaya Berbahan Batu dengan Resin Penukar Ion tahun 2014”. Resin penukar ion merupakan senyawa hidrokarbon terpolimerisasi yang mengandung ikatan silang serta gugus-gugus fungsional yang mempunyai ion-ion yang dapat dipertukarkan. Pertukaran ion terjadi pada saat kontak antara ion terlarut dalam air terserap ke resin penukar ion dan resin akan melepaskan ion lain dalam kesetaraan ekuivalen. Jenis resin penukar ion ada dua macam yaitu resin penukar kation dan resin penukar anion. Resin penukar kation, prinsip kerjanya adalah kation yang terikat pada resin akan digantikan/ditukarkan oleh kation larutan yang dilewatkan. Resin penukar anion, prinsip kerjanya adalah anion yang terikat pada resin akan digantikan/ditukarkan oleh anion larutan yang dilewatkan. Pada penelitian ini pengamatan kelarutan unsur dari endapan garam yang ditukarkan dengan resin penukar kation antara lain unsur kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) sedangkan yang dapat ditukarkan dengan resin penukar anion salah satu parameter yang diamati adalah

unsur sulfur (S). Selain menggunakan bahan uji resin penukar ion juga digunakan bahan uji EDTA sebagai pembanding bahan yang sudah diteliti pada kajian 2010 dan 2012. Adapun cara yang dilakukan dengan cara penempelan pada blok batu yang terdapat endapan garam dengan resin penukar ion dan EDTA. Adapun variasi percobaan adalah EDTA 5%, resin penukar kation kemudian diganti resin penukar anion, resin penukar anion diganti resin penukar kation serta campuran resin antara resin penukar ion kation-anion. Variasi waktu pengaplikasian 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Dalam percobaan ini resin penukar ion tidak dapat bekerja tanpa adanya larutan/air, oleh sebab itu selama penelitian resin penukar ion dialiri air secara injeksi melalui infus. Permukaan setelah ditemplei dengan resin penukar ion maupun EDTA ditutup dengan kapas yang dibasahi.

Hasil penelitian kelarutan kalsium dan magnesium dalam endapan garam pada permukaan batu Candi Borobudur dengan percobaan menggunakan bahan EDTA 5%, resin penukar kation diganti anion, resin penukar anion diganti kation dan campuran resin kation-anion menunjukkan bahwa EDTA 5% selama 24 jam mampu melarutkan kalsium endapan garam sebesar 73,74 ppm dan melarutkan magnesium sebesar 11, 53 ppm, jauh lebih besar dibandingkan dengan resin penukar ion. Pengaplikasian resin penukar ion sangat berpengaruh terhadap lokasi endapan kerak dan musim. Ketika musim kemarau penguapan sangat tinggi, sehingga resin mudah kering dan mengelupas mengakibatkan reaksi tidak berjalan secara maksimal.



Percobaan menggunakan larutan EDTA 5% dan resin penukar ion
(Sumber: Wahyuni S, dkk, 2014)



Sumber: Wahyuni, dkk, 2014

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pengembangan metode baik bahan maupun cara pengaplikasian bahan dalam membersihkan endapan garam pada permukaan batu penyusun Candi Borobudur telah dilakukan tiga kajian, dengan penggunaan bahan yang berbeda yaitu ammonium bikarbonat, EDTA, dan resin penukar ion. Dari ketiga bahan tersebut larutan EDTA dengan konsentrasi 5% memiliki kemampuan paling banyak melarutkan ion kalsium, magnesium pada endapan garam bila dibandingkan ammonium bikarbonat maupun resin penukar ion. Akan tetapi larutan EDTA 5% pengaplikasian waktu selama 24 jam maupun 1,5 bulan secara visual belum mampu membersihkan endapan garam pada permukaan batu penyusun Candi Borobudur.

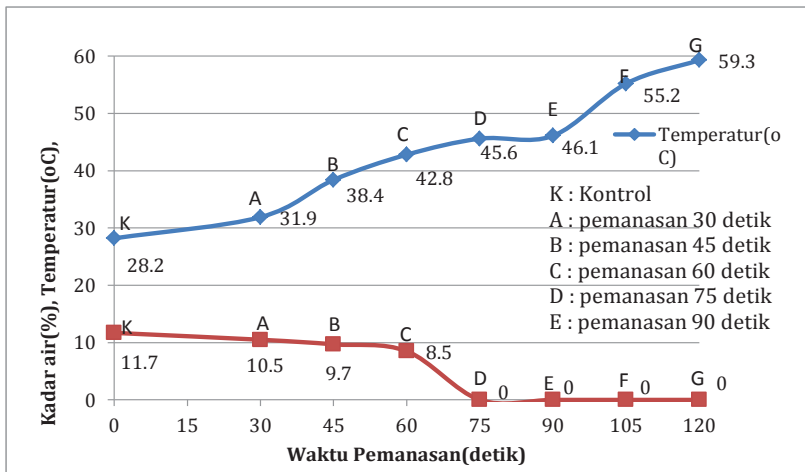
1) Kajian Pengembangan Metode dan Teknik Konservasi untuk menangani kerusakan dan pelapukan material batu penyusun Candi Borobudur oleh faktor biologi.

Selain faktor kimiawi, kerusakan dan pelapukan batu penyusun Candi Borobudur adalah faktor biologi yaitu adanya mikroorganisme. Macam-macam mikroorganisme antara lain lumut, ganggang/alga, lumut kerak/ lichen. Sebagai upaya dalam menangani kerusakan dan pelapukan yang disebabkan oleh faktor biologi, Balai Konservasi Borobudur telah melakukan beberapa kajian yaitu kajian “Metode Pembersihan Lumut dengan Pemanasan tahun 2007”, “Minyak Atsiri untuk Konservasi Cagar Budaya Berbahan Batu tahun 2015” dan “Minyak Atsiri untuk Konservasi Cagar Budaya Berbahan Batu Tahap II tahun 2016”.

Lumut merupakan salah satu organisme penyebab kerusakan dan pelapukan karena *rhizoid* lumut dapat menembus ke dalam batuan mengikuti sistem pori-pori yang

dapat menyebabkan dinding-dinding diantara pori-pori menjadi pecah (Samidi, 1975). Upaya penanganan kerusakan dan pelapukan akibat pertumbuhan lumut maka dilakukan kajian “Pengembangan Metode Pembersihan Lumut dengan Pemanasan tahun 2007”. Adapun tujuan dari kajian ini adalah mengetahui efektifitas dan keamanan pembersihan lumut dengan metode pemanasan. Peralatan yang digunakan dalam kajian ini antara lain kompor mini las dengan bahan bakar gas, sapu ijuk, termodift, dan mikroskop.

Pemilihan sampel batu yang digunakan dalam percobaan bukan batu penyusun Candi Borobudur, batu yang digunakan adalah batu ditumbuhi lumut dicari di sekitar Candi Borobudur. Adapun cara kerja penelitian sebagai berikut batu yang ditumbuhi lumut dibersihkan terlebih dahulu secara mekanis menggunakan sikat ijuk, pembersihan secara kering maupun basah. Setelah batu dibersihkan langkah selanjutnya batu dipanasi menggunakan kompor las mini dengan variasi waktu 30 detik, 45 detik, 60 detik, 75 detik, 90 detik, 105 detik dan 120 detik. Adapun parameter pengujian adalah temperatur pemanasan menggunakan termodift, pengukuran kadar air menggunakan protimeter dan perubahan yang terjadi pada permukaan batu sebelum dan setelah dilakukan pemanasan. Berdasarkan hasil kajian “Pengembangan Metode Pembersihan Lumut dengan Pemanasan tahun 2007”, pengukuran temperatur rata-rata maksimum batu Candi Borobudur pada siang hari pukul 11.00 – 14.00 menggunakan termodift berkisar antara 46 – 63°C. Pengukuran temperatur pada batu Candi Borobudur digunakan menjadi patokan pemanasan yang akan dilakukan dalam percobaan.



Gambar grafik perubahan temperatur dan kadar air batu

(Sumber: Gunawan, dkk, 2007)

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa durasi pemanasan batu berpengaruh terhadap kenaikan temperatur dan penurunan kadar air pada permukaan batu. Terjadinya penurunan kadar air permukaan batu sampel setelah pemanasan batu membuktikan terjadinya pelepasan air dari pori-pori batuan. Pengamatan dilakukan secara mikroskopis dengan menggunakan mikroskop trinokuler dilengkapi dengan kamera digital terhadap sampel batu sebelum dan setelah perlakuan dengan cara pemanasan. Berdasarkan hasil pengamatan pembersihan secara mekanis, secara mikroskopis masih terlihat sisa-sisa akar lumut yang menempel pada pori-pori batuan sehingga lumut masih dapat tumbuh kembali apabila kondisi lingkungan mendukung pertumbuhan kembali. Hasil pengamatan pembersihan dengan pemanasan relatif bersih dari sisa-sisa lumut akan tetapi ada bagian yang mengalami perubahan berupa hilangnya bagian dari material batu setelah dilakukan pemanasan. Hal ini sesuai dengan teori bahwa mineral batu akan memuai bila dipanaskan dan menyusut bila didinginkan, yang dapat mem-

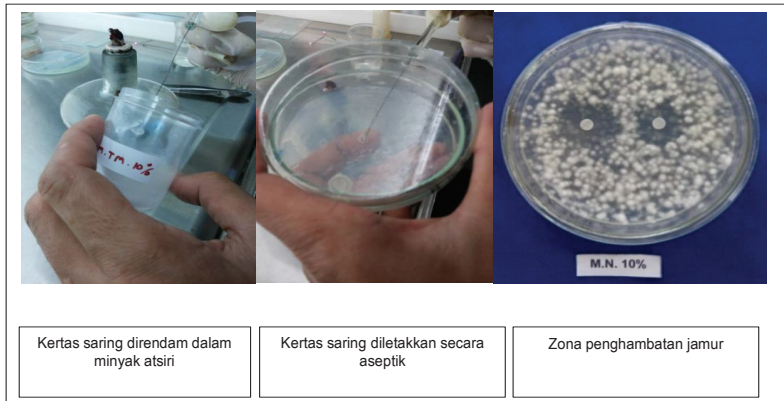
pengaruhi ikatan-ikatan mineral batuan rapuh sehingga lama kelamaan akan menimbulkan retakan-retakan pada permukaan batuan (Lange, 1991).

Organisme yang dapat menyebabkan kerusakan dan pelapukan batu penyusun Candi Borobudur selain lumut adalah lumut kerak/*lichen* yang merupakan simbiosis antara jamur dan *alga*/ganggang. Pertumbuhan organisme pada permukaan batu dapat merusak batuan karena organisme tersebut mengambil mineral dari batuan pada saat melakukan aktivitasnya, yang menyebabkan degradasi mineral batuan sehingga batuan menjadi rapuh dan rusak. Upaya penanganan kerusakan dan pelapukan batuan akibat organisme maka dilakukan kajian dengan menggunakan bahan berbasis alam yaitu minyak atsiri. Kegunaan minyak atsiri sangat banyak, salah satunya dapat digunakan salah satunya sebagai pestisida alami, oleh sebab itu dilakukan kajian “Minyak Atsiri untuk Konservasi Cagar Budaya Berbahan Batu tahun 2015” dan “Minyak Atsiri untuk Konservasi Cagar Budaya Berbahan Batu Tahap II tahun 2016”. Minyak atsiri digunakan sebagai bahan alternatif untuk mengatasi permasalahan organisme pada permukaan batu Candi Borobudur, pada kajian ini dibatasi dalam ruang lingkup, organisme yang diuji adalah lumut kerak/*lichen* sedangkan minyak atsiri yang digunakan minyak atsiri temulawak, nilam, terpenin, pala dan cengkeh. Lumut kerak/*lichen* merupakan simbiosis antara jamur dan ganggang/*alga*, kajian “Minyak Atsiri untuk konservasi cagar budaya berbahan batu” terdiri dari dua tahap yaitu tahap I difokuskan pada pengujian minyak atsiri dalam menghambat pertumbuhan jamur dari salah satu jenis lumut kerak/*lichen* pada batu lepas Candi Borobudur sedangkan tahap II fokus pada pengujian minyak atsiri dalam menghambat pertumbuhan sel mikroalga. Tujuan dari kajian tahap I adalah mengetahui jenis jamur dari lumut

kerak, mengetahui efektifitas minyak atsiri nilam, temulawak, dan terpentin dalam menghambat pertumbuhan jamur dari lumut kerak, dan mengetahui konsentrasi serta lama pengaplikasian dalam menghambat pertumbuhan lumut kerak pada permukaan batu andesit. Sedangkan tujuan dari kajian tahap II adalah mencari bahan dan metode yang tepat untuk menangani mikroalga dari lumut kerak/lichen pada permukaan batu andesit.

Pengujian yang dilakukan berdasarkan skala laboratorium dan skala lapangan. Metode penelitian yang dilakukan skala laboratorium yaitu pengambilan sampel lumut kerak/*lichen* dilapangan kemudian sampel lumut kerak disentrifuse dengan kecepatan 350 rpm selama 30 menit untuk memisahkan antara jamur dan ganggang/*alga*. Hasil pemisahan pada bagian bawah merupakan mikroalga sedangkan bagian atas merupakan jamur. Jamur kemudian dibiarkan dalam medium CDA (*Czapex Dox Agar*) menggunakan metode *pour plate* sedangkan mikroalga dibiakkan dalam medium BG 11. Medium BG 11 merupakan medium yang digunakan untuk biakan *cyanobacteria*. Komposisi medium BG 11 sebagai berikut: NaNO_3 sebesar 1,5 gram, $\text{K}_2\text{H-PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ sebesar 0,04 gram, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sebesar 0,075 gram, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sebesar 0,036 gram, *Citric Acid* sebesar 0,006 gram, Ferric ammonium citrate sebesar 0,006 gram, EDTA (Na_2MgSalt) sebesar 0,001 gram, Na_2CO_3 sebesar 0,02 gram, *Trace Metal Solution* sebesar 1,0 ml/liter, dan aquadest *Trace metal solution* terdiri dari H_3BO_3 , $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{Mo}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Con}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Prescott, 1999).

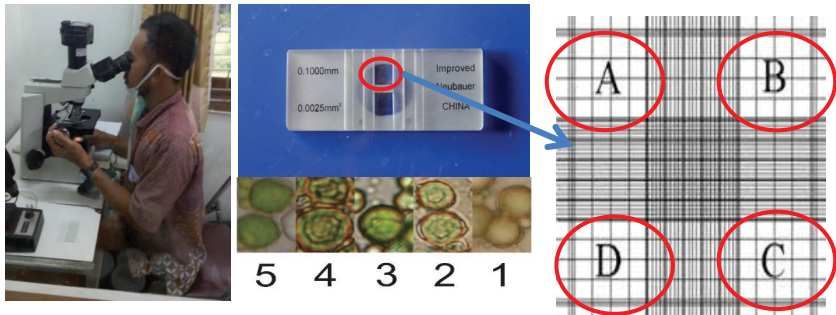
Pengujian minyak atsiri nilam, temulawak dan terpentin dalam menghambat pertumbuhan jamur dari lumut kerak dengan menggunakan metode difusi kertas saring. Variasi konsentrasi yang digunakan adalah 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%.



Gambar percobaan zona hambat jamur menggunakan minyak atsiri
(Sumber: Wahyuni, dkk, 2015)

Pengujian minyak atsiri temulawak, cengkeh, nilam dan pala dalam menghambat pertumbuhan mikroalga skala laboratorium dengan meneteskan minyak atsiri ke dalam biakan mikroalga selama variasi waktu 3 hari, 5 hari, 10 hari dan 15 hari dengan variasi konsentrasi minyak atsiri 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% kemudian dilakukan pengamatan dibawah mikroskop. Parameter pengamatan adalah warna kloroplas secara mikroskopis dilakukan perhitungan dengan metode pengukuran jumlah kerapatan sel dengan kamar hitung. Pengamatan warna kloroplas secara mikroskopis dilakukan skoring skala warna. Warna kloroplas berwarna hijau, bila terjadi peluruhan warna kloroplas menjadi kecoklatan, hal ini menandakan bahwa peluruhan warna kloroplas mengganggu pertumbuhan mikroalga dalam melakukan fotosintesis.

Pengujian skala lapangan dilakukan dengan cara pengaplikasian minyak atsiri pada permukaan batu yang ditumbuhi lumut kerak dengan cara penyemprotan hingga jenuh.



Gambar pengamatan warna kloroplas secara mikroskopis
(Sumber: Wahyuni, dkk, 2015)

Metode penyemprotan dipilih untuk memudahkan dalam pengaplikasian dan larutan yang digunakan lebih efisien dibandingkan dengan cara pengolesan. Pengamatan dilakukan sebelum pengaplikasian dan setelah pengaplikasian pengamatan dilakukan 24 jam setelah dilakukan penyemprotan minyak atsiri serta diamati selama 6 hari. Pengamatan dilakukan secara visual dengan mengamati perubahan warna pada lumut kerak setelah pengaplikasian minyak atsiri dengan berbagai macam variasi konsentrasi dan waktu.

Berdasarkan hasil penelitian skala laboratorium identifikasi jenis jamur salah satu lumut kerak yang dilakukan pengujian adalah jamur *Penicillium sp* sedangkan jenis mikroalga sangat kompleks sehingga belum dapat teridentifikasi jenisnya. Hasil penelitian tahun 2014 sampai dengan 2015 mengenai daya hambat pertumbuhan jamur *Penicillium sp* dengan menggunakan 4 jenis minyak atsiri pada konsentrasi 10%, minyak atsiri nilam dapat menghambat pertumbuhan jamur dengan diameter zona hambat 20 mm, minyak atsiri temulawak dapat menghambat pertumbuhan jamur dengan diameter zona hambat 14 mm, minyak astiri cengkeh dapat menghambat pertumbuhan jamur

dengan diameter zona hambat 12 mm sedangkan minyak atsiri pala dapat menghambat pertumbuhan jamur dengan diameter zona hambat 7,5 mm (Wahyuni, dkk, 2015; Yekti, 2015; dan Rina A, 2015. Minyak atsiri temulawak konsentrasi 10% paling efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur berdasarkan pada diameter zona hambat pertumbuhan jamur.

Pembiakan alga dilakukan dalam medium BG 11 dan diamati pertumbuhannya. Dilakukan peremajaan stock sub kultur alga dengan mengganti medium BG 11 setiap 1 bulan sekali. Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopis dalam biakan terdapat multispesies sehingga belum dilakukan identifikasi jenis mikroalga secara keseluruhan. Pada tahap I di tahun 2015 dilakukan identifikasi salah satu jenis mikroalga, dari hasil identifikasi jenis alga termasuk *Chroococcus* yang memiliki ciri bersel satu, berbentuk bulat, tidak berkoloni dan termasuk dalam *Cyanobacteria*. Pengujian efektifitas minyak atsiri nilam, temulawak, cengkeh dan pala dalam menghambat pertumbuhan sel mikroalga dilakukan pada kajian tahap II. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh hasil bahwa keempat minyak atsiri dapat menghambat pertumbuhan sel mikroalga dengan tingkat keefektifitasan berturut-turut sebagai berikut minyak atsiri temulawak > pala > nilam > cengkeh.

Tabel 1 Penghambatan pertumbuhan Lichen setelah dilakukan Pengujian Minyak atsiri

Bahan Uji Minyak Atsiri	Daya hambat Pertumbuhan Lichen	
	Jamur Penyusun <i>Lichen</i>	Mikroalgae Penyusun <i>Lichen</i>
Nilam	+	+
Temulawak	+	+
Cengkeh	+	-
Pala	+	+

Keterangan :

- + : menghambat pertumbuhan
- : dapat menghambat pertumbuhan tetapi < 10%

Sumber: Wahyuni, dkk, 2015

Berdasarkan tabel diatas, minyak atsiri nilam, temulawak, dan pala dapat menghambat pertumbuhan *lichen* dengan menghambat pertumbuhan jamur dan alga. Sedangkan minyak atsiri cengkeh dapat menghambat pertumbuhan *lichen*/lumut kerak hanya dapat menghambat pertumbuhan jamur saja sedangkan pertumbuhan sel mikroalga tidak dapat dihambat pertumbuhannya. Beberapa minyak atsiri mengandung senyawa monoterpen yang bersifat sebagai antimikroba seperti cymene, sabinen, α -pinen, β -pinen, sitronellol, geraniol, carvacrol, thymol, farnesol, dan caryophyllene (Reichling, 2009). Dalam minyak atsiri temulawak dan pala mengandung senyawa pinen yang bersifat antimikroba, sehingga dapat menghambat pertumbuhan sel mikroalga.

Percobaan lapangan terhadap pengujian efektifitas minyak atsiri nilam, temulawak dan terpentin pada berbagai variasi konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Percobaan pengaplikasian bahan konservan minyak atsiri temulawak dengan cara penyemprotan hingga jenuh pada area batu yang ditumbuhi lumut kerak. Pengamatan dilakukan dengan durasi waktu 24 jam selama 6 hari. Variabel pengukuran efektifitas minyak atsiri untuk menghambat pertumbuhan lumut kerak dilakukan dengan pengamatan berupa pendokumentasian berupa foto.



Gambar pengujian minyak atsiri nilam untuk membersihkan lumut kerak
(Sumber: Wahyuni, dkk, 2015)

Pengujian minyak atsiri nilam, temulawak dan terpenitin konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% terhadap penghambatan pertumbuhan lumut kerak skala lapangan menunjukkan efektif dengan parameter pengamatan secara visual maupun foto. Pada perlakuan pada hari keenam sudah menunjukkan perubahan warna lumut kerak dari hijau menjadi kecoklatan, dan semakin berwarna kecoklatan pada hari ke-30. Hal ini menunjukkan bahwa warna hijau pada lumut kerak yaitu kloroplast hilang berubah menjadi kecoklatan, hal ini menandakan terganggunya metabolisme lumut kerak sehingga mengganggu pertumbuhan hidup lumut kerak.

1) Kajian Pengembangan Metode dan Teknik Konservasi untuk menangani kerusakan dan pelapukan material batu penyusun Candi Borobudur oleh faktor fisik.

Salah satu faktor yang menyebabkan batu Candi Borobudur mengalami kerusakan adalah adanya faktor fisik. Kerusakan fisik yang terdapat pada batu candi diantaranya adalah retak, pecah, gempil dan sebagainya. Faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan fisik tersebut ada dua macam yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal berasal dari dalam batu yaitu kualitas

batunya sendiri, sedangkan faktor eksternal berasal dari air hujan, sinar matahari, beban yang menimpa batu dan lain-lain. Air merupakan faktor utama penyebab kerusakan dan pelapukan batu. Untuk mengatasi adanya retakan maupun celah antar batu sehingga air hujan tidak masuk dan menyebabkan kerusakan/pelapukan pada batu dan struktur bangunan candi maka Balai Konservasi Borobudur mengembangkan kajian-kajian: “Kajian Pengujian Bahan Aditif Semen untuk Aplikasi Konservasi dan Pemugaran Candi tahun 2009”, “Kajian Pengembangan Bahan Konservasi Mortar Tradisional (*hydraulic mortar*) tahun 2010”, “Kajian Penanganan Nat pada Selasar Candi Borobudur tahun 2011”, “Kajian Mortar Etil Silikat untuk Konservasi Cagar Budaya berbahan Andesit tahun 2015”, dan “Kajian Mortar Etil Silikat untuk Konservasi Cagar Budaya berbahan Andesit Tahap II tahun 2016”.

Untuk menutup retakan ataupun celah antarbatu maka dikembangkan mortar untuk menutup celah yang ada sehingga air tidak dapat masuk. Pada saat ini mortar semen jarang digunakan karena mempunyai efek negatif bagi bangunan candi, yaitu menyebabkan pengkaraman pada permukaan batu akibat dari mineral kalsium yang larut dalam air dan mengumpul di permukaan batu karena adanya penguapan. “Kajian Pengujian Bahan Aditif Semen untuk Aplikasi Konservasi dan Pemugaran Candi tahun 2009” bertujuan untuk mengetahui efektifitas penggunaan bahan aditif semen jenis Siklatex. Siklatex merupakan suatu emulsi karet sintetis yang berfungsi sebagai bahan perekat campuran mortar dan beton (*bonding agent*). Produk ini memiliki daya adesif yang baik serta mempunyai sifat tahan air.

Kajian ini menguji bahan Siklatex yang dicampur dengan semen PC (*kepanjangannya apa?*) dan semen PC + pasir. Semen PC yang digunakan ada 3 macam yaitu semen Gresik, se-

men Tigaroda dan semen Holcim. Hasil dari penelitian ini adalah bahan Sikalatex dapat efektif diaplikasikan pada semen Gresik karena dapat menekan kadar kalsium terlarut pada semen. Bahan Sikalatex ini dapat menambah kerapatan material sehingga meningkatkan daya dukung PC dan bersifat *water proofing* (kedap air). Dalam kegiatan pemugaran dan konservasi cagar budaya yang terpaksa menggunakan semen sebagai spesi, penggunaan Sikalatek dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk mencegah dampak negatif kelarutan kalsium dari penggunaan semen.

Pembuatan mortar sebagai bahan plester atau spesi masih terus dikembangkan dalam upaya pelestarian candi berbahan batu andesit. “Kajian Pengembangan Bahan Konservasi Mortar Tradisional (*Hydraulic Mortar*) tahun 2010” bertujuan untuk mengetahui daya tahan dan dampak mortar tradisional terhadap batu Candi Borobudur serta mengetahui komposisi mortar epoksi yang paling sesuai. Kajian ini mengembangkan pembuatan mortar tradisional dan mortar epoksi berpori dengan berbagai variasi komposisi bahan. Untuk pengembangan mortar tradisional bahan yang dipakai adalah kapur, agregrat (kerikil), pasir, bata, batu apung, zeolit dan semen dengan berbagai variasi perbandingan. Berikut ini disajikan tabel perbandingan campuran bahan untuk pembuatan mortar tradisional dan mortar epoksi berpori.

Tabel perbandingan campuran mortar tradisional

No.	Kapur	Agregat	Pasir	Bata	Batu Apung	Zeolit	Semen
1.	1	2	1	1	-	-	-
2.	1	-	2	1	-	-	-
3.	2	-	2	1	-	-	-
4.	1	-	2	-	1	-	-

5.	1	2	1	0,5	0,5	-	-
6.	1	-	2	0,5	0,5	-	-
7.	1	2	1	0,5	-	0,5	-
8.	1	-	2	0,5	-	0,5	-
9.	1	-	2	-	-	1	-
10.	1	2	1	1	-	-	0,5
11.	1	-	2	1	-	-	0,5

Sumber: Gunawan, dkk, 2010)

Tabel perbandingan campuran mortar epoksi berpori

No.	Epoksi resin + air	Perbandingan campuran Emulsi epoksi resin+air : bubuk batu
1.	Epoksi 60% Air 40%	1 : 3
		1: 3,5
		1 : 4
2.	Epoksi 55% Air 45%	1 : 3
		1: 3,5
		1 : 4
3.	Epoksi 50% Air 50%	1 : 3
		1: 3,5
		1 : 4

Sumber: Gunawan, dkk, 2010

Untuk pembuatan mortar epoksi dicampurkan sejumlah air untuk mengurangi kekuatan epoksi sekaligus membuat mortar agar berpori dengan variasi perbandingan antara epoksi dengan air adalah 40% air, 45% air dan 50% air. Jenis epoksi resin yang diuji adalah SIKA,

Euroland, Araldit tar dan EPIS. Analisis mortar yang dilakukan meliputi analisis fisik berupa kekerasan, berat jenis, porositas, kadar air jenuh, kuat tekan dan kapilarisasi. Semua sampel mortar tradisional memiliki karakteristik dan sifat fisik yang hampir sama dalam kekerasan, porositas, kekuatan dan daya tahan terhadap perubahan cuaca. Mortar epoksi yang hasilnya paling baik adalah mortar epoksi dengan bahan sikadur karena mempunyai nilai porositas dan koefisien kapilaritas lebih besar bila dibandingkan dengan mortar epoksi lainnya. Mortar berbahan epoksi resin mempunyai keunggulan warna yang gelap menyerupai warna batu dibandingkan dengan mortar tradisional

Selasar Candi Borobudur memiliki celah atau nat antarbatu yang terbuka sehingga perlu penanganan segera untuk mengantisipasi masuknya air ke struktur candi. Oleh karena itu dilakukan “Kajian Penanganan Nat Selasar Candi Borobudur tahun 2011”. Salah satu tujuan dari kajian ini adalah untuk mengetahui kondisi nat yang terbuka di selasar candi yang selanjutnya menjadi dasar melakukan percobaan mortar berpori untuk menutup nat tersebut. Dari hasil observasi dapat disimpulkan bahwa terbukanya nat pada selasar candi Borobudur menyebabkan terjadinya penetrasi air yang membawa kotoran-kotoran ke dalam struktur selasar Candi Borobudur. Hal ini dapat dibuktikan dengan dijumpainya sampah dan debu vulkanik hingga pada batu lapis keempat pada struktur selasar. Penetrasi air yang membawa kotoran tersebut akan mempercepat terjadinya pelapukan pada batu penyusun struktur selasar. Selanjutnya penetrasi air ke dalam selasar candi juga dianggap berbahaya, dikarenakan adanya senyawa-senyawa kimia dari semen di bagian atas candi yang dapat terbawa bersama air dapat masuk ke dalam struktur selasar. Percobaan pembuatan mortar tradisional bertujuan mencari mortar yang sesuai dan dapat digunakan untuk menutup nat batu yang terbuka pada permukaan selasar Candi Borobudur.

Pembuatan mortar tradisional ini didasarkan pada “Kajian Analisis Mortar Pemugaran I dan Kajian Kemungkinan Dampaknya Terhadap Kelestarian Candi Borobudur tahun 2008”. Kajian tersebut mengidentifikasi komposisi mortar tradisional yang dibuat oleh Theodoor van Erp, seorang insinyur Belanda, pada pemugaran Candi Borobudur tahun 1907-1911 yang terdiri dari pasir halus, pasir kasar, agregat/kerikil, bubukan bata dan kapur padam. Dibawah ini disajikan tabel mengenai komposisi mortar yang diaplikasi oleh Hindia Belanda pada masa pemugaran I di tahun 1907-1911.

Tabel persentase rata-rata komposisi mortar pemugaran I
yang ada di selasar dan teras Candi Borobudur

No.	Bahan Penyusun	Persentase komposisi	
		Selasar candi	Teras candi
1.	Agregat > 5 mesh	32,74	8,56
2.	Pasir kasar 15-10 mesh	36,14	57,20
3.	Pasir halus 45-15 mesh	9,26	11,48
4.	Binder <45 mesh	21,86	22,76

Sumber: Cahyandaru, dkk, 2008

Pada kajian tahun 2011, dilakukan percobaan pembuatan dua buah mortar tradisional menggunakan bahan yang sama dengan komposisi yang berbeda. Nantinya diharapkan hasil dari percobaan ini didapatkan mortar tradisional yang memiliki karakteristik mirip dengan mortar pemugaran I sehingga dapat diaplikasi untuk mengisi nat terbuka yang ada di selasar Candi Borobudur. Bahan-bahan yang digunakan untuk percobaan pembuatan mortar tradisional adalah:

Bahan	Perband- ingan Mortar 1	Perbandin- gan Mortar 2
Pasir kasar (≥ 60 mesh)	1	-
Pasir halus (≥ 100 mesh)	1	2
B u b u k a n bata	1	1
Agregat (ker- ikil)	2	2
Gamping	1	1
Air	secuk- upnya	secukupnya

Sumber: Setyawan, dkk, 2011

Setelah pembuatan mortar kemudian dilakukan analisis fisik meliputi densitas, berat jenis, kadar air natural, kadar air jenuh, porositas dan kuat tekan. Hasil percobaan yang dilakukan pada kajian ini dinilai belum sesuai seperti mortar yang dibuat oleh van Erp karena kekuatan dan ketahanannya belum sesuai. Hal ini mungkin disebabkan karena pada saat pencampuran adonan mortar, kapur/gamping yang dipakai bukan kapur padam yaitu kapur yang telah direndam air. Kapur tohor (CaO) adalah hasil pembakaran kapur alam yang komposisinya sebagian besar merupakan kalsium karbonat (CaCO_3). Kapur padam (Ca(OH)_2) adalah kapur hasil pemadaman kapur tohor dengan air dan membentuk hidrat. Kapur padam yang diaduk dengan air setelah beberapa lama campuran tersebut dapat mengeras di udara karena pengikatan karbon dioksida. Apabila pembuatan mortar menggunakan kapur yang telah direndam air (kapur

padam) maka dalam kapur tersebut terbentuk senyawa hidrat yang akan mengikat partikel/material campurannya sehingga dapat memperkuat ikatan antar butirannya. Dalam kajian ini, kapur yang digunakan adalah kapur tohor yang belum direndam air sehingga ikatan antar butirannya kurang kuat dan mortar yang dihasilkan tidak bagus.

Kajian pengembangan mengenai mortar sangat penting dilakukan karena fungsinya yang menutup celah antar batu sangat penting untuk mencegah air masuk ke dalam struktur batu sehingga dapat menyebabkan kerusakan dan pelapukan lebih lanjut. Tentunya mortar-mortar yang dikembangkan tidak memiliki dampak yang negatif terhadap batu dan memiliki sifat fisik yang mendekati. Selanjutnya dilakukan pengembangan mortar dengan bahan etil silika, kajian ini dilakukan pada tahun 2015 dan 2016 yaitu “Kajian Mortar Etil Silikat untuk Konservasi Cagar Budaya berbahan Andesit Tahap I tahun 2015”, yang tahap keduanya dilakukan pada tahun 2016. Kajian mortar etil silika tahap I mengembangkan pembuatan mortar untuk konservasi cagar budaya khususnya batu andesit yang dapat digunakan untuk pengisi retakan batu maupun nat antarbatu. Di masa lalu, teknologi penanganan konservasi batu yang pecah, retak, patah dan berlubang menggunakan bahan kimia (*epoxy resin*) sebagai bahan perekat maupun bahan injeksi. Seiring dengan waktu sifat bahan ini yang daya rekatnya kuat dan kedap air bahkan cenderung lebih kuat dari batu menyebabkan permasalahan baru. Teknik pembuatan mortar dengan resin epoksi sudah tidak kompatibel dengan perkembangan konservasi batu. Oleh karena itu dalam kajian ini dikembangkan pembuatan mortar dengan bahan perekat etil silika yang dapat dilewati udara/air. Mortar batu andesit dengan bahan pengikat etil silikat ini dibuat dengan mencampurkan bubuk batu andesit yang telah disaring kemudian

dibuat komposisi sesuai distribusi butiran tertentu (mengikuti hukum Fuller) dan ditambahkan bahan pengikat etil silikat.

Batu andesit memiliki komposisi senyawa kimia silikat yang besar (kurang lebih 58%), kemudian disusul aluminium, besi, kalsium, magnesium, natrium, kalium dalam jumlah yang kecil. Penggunaan bahan etil silika ini sangat cocok diaplikasikan untuk batu andesit karena penyusun utama batu andesit adalah silika. Bahan konsolidan yang dipakai adalah KST 500 STE dengan variasi distribusi ukuran butir pasir. KST 500 STE ini merupakan bahan konsolidan batu andesit yang khusus untuk membuat mortar, yang merupakan produk etil silikat siap pakai (*ready for use*) dari Jerman. Kondisi yang diharapkan adalah mortar etil silikat ini adalah mortar memiliki kemampuan untuk melewatkan udara/air sehingga kondisi batu bisa bernafas namun dapat mengurangi masuknya air ke dalam batu.

Sebuah mortar akan terbentuk sempurna apabila butiran batu penyusunnya dapat mengisi celah dengan sempurna, karena itu dibutuhkan distribusi ukuran butir penyusun mortar. Bubukan batu untuk membuat mortar dalam kajian ini dihitung sesuai dengan rumus Fuller, yaitu:

Distribusi Ukuran Butiran dengan Pendekatan FULLER

$$D_i = ((d_i/D)^n) \times 100\%$$

D_i = agregat yang lolos sesuai nomor saringan (%)

d_i = diameter butiran yang dicari (yang tertahan di saringan nomor)

D = diameter agregat terbesar (yang akan dipakai campuran mortar)

n = eksponen (bilangan/konstansta pengali)

Eksponen yang dipakai sebagai berikut:

Butiran membulat : 0,5

Butiran membulat seperti pasir : 0,4

Butiran hasil mesin pemecah : 0,3

Berikut ini dicontohkan pembuatan bubukan batu berdasarkan distribusi ukuran butir berdasarkan pendekatan hukum Fuller dalam 100 gr bubukan batu (lihat tabel ??). Dari tabel di bawah terlihat bahwa dalam 100 gr bubukan batu terdiri dari ukuran < 0,063 mm = 35,44 gr, 0,063-0,125 mm = 8,09 gr, 0,125-0,250 mm = 10,06 gr, 0,250-0,5 mm = 12,39 gr, 0,5-1 mm = 15,25 gr dan 1-2 mm = 18,77 gr. Pemilihan ukuran butir yang dipakai menyesuaikan kebutuhan atau tujuan pembuatan mortar. Semisal mortar yang dibuat berutuan untuk mengisi nat batu yang sempit maka kuran butir 2 mm tidak perlu digunakan.

Tabel contoh distribusi ukuran butir <0,063 mm hingga 2 mm dalam 100 gr bubukan batu

Grain size	< 0,063	0,063 - 0,125	0,125 - 0,250	0,250 - 0,500	0,500 - 1,000	1,000 - 2,000
di	0,063	0,125	0,25	0,5	1,000	2,000
Di	35,44	43,53	53,59	65,98	81,23	100,00
Amount	35,44	8,09	10,06	12,39	15,25	18,77

Sumber: Muhammad, dkk, 2015

Kajian mortar etil silika tahap I ini menguji mortar yang dicampur dengan bahan etil silika KST 500 STE dengan variasi ukuran butir dan distribusinya. Variasi ukuran butir yang dipakai untuk pembuatan mortar ini adalah (i) < 0,045 – 2 mm; (ii) < 0,063 – 2 mm; (iii) < 0,063 – 1 mm; dan (iv) < 0,063-2 mm. Se-

lanjutnya apabila komposisi butiran untuk mortar telah ditemukan dilakukan pencampuran bubuk batu untuk mencari warna yang mirip dengan batu yang akan dikonservasi. Ukuran butir dari batu dapat menentukan warna mortar tersebut. Berdasarkan hasil uji mortar etil silika dapat diketahui bahwa mortar etil silika menggunakan bahan KSE 500 STE memiliki sifat fisik yang hampir sama dengan batu andesit yaitu mampu dilewati air/udara dan bersifat reversibel.

Kajian mengenai mortar etil silikat ini berlanjut untuk tahap II pada tahun 2016 yang merupakan pengembangan dari pembuatan mortar batu andesit dengan bahan etil silika. Dari kajian sebelumnya didapatkan hasil bahwa mortar etil silika memiliki sifat fisik yang hampir sama dengan batu andesit yaitu mampu dilewati air/udara dan bersifat reversibel. Bahan konsolidan etil silika yang dipakai adalah KSE 500 STE, bahan ini berasal dari luar negeri (Jerman) sehingga sulit dalam hal pengadaan bahan. Pada kajian ini dilakukan percobaan pembuatan larutan berbasis etil silikat yang diharapkan dapat memiliki sifat dan fungsi yang sama dengan bahan konsolidan KSE 500 STE. Tujuan dari kajian etil silika tahap II ini adalah mencari pelarut dan katalis yang cocok untuk dicampurkan dengan bahan TEOS menjadi larutan etil silika yang siap pakai untuk pembuatan mortar.

Bahan yang dipakai dalam kajian ini adalah TEOS (*tetra etil ortho silikat*) dengan variasi katalis yaitu asam sitrat dan asam oksalat berbagai konsentrasi (2%, 4% dan 10%) serta variasi pelarut 2-propanol dan etanol. Berbagai faktor dalam membuat formula mempengaruhi kualitas etil silikat yang dihasilkan. Faktor yang berpengaruh yaitu jenis katalis yang digunakan (asam/basa), pH campuran, jumlah pelarut, derajat terhidrolisis, dan jenis pelarut. Selain itu adanya katalis tambahan yang mampu meningkatkan reaksi rantai silang (*cross-linking*) juga mempen-

garuhi. Penelitian untuk membuat formulasi etil silikat siap pakai menarik untuk dilakukan karena dapat menjamin ketersediaan bahan untuk kegiatan konservasi cagar budaya di Indonesia. Penelitian ini juga menarik karena formulasi khusus yang disesuaikan dengan batu andesit dan lingkungan tropis juga belum ada.

Ukuran bubuk batu yang dipakai untuk membuat mortar mengikuti hukum Fuller yaitu dalam 120 gr bubuk batu terdiri dari ukuran butir: <0,063 mm (42,53 gr), 0,063-0,125 mm (9,71 gr), 0,125-0,250 mm (12,07 gr), 0,250-0,5 mm (14,86 gr), 0,5-1 mm (18,30 gr) dan 1-2 mm (22,53 gr). Berikut ini campuran untuk pembuatan larutan etil silika yang kemudian digunakan untuk membuat mortar.

Tabel komposisi bahan untuk pembuatan larutan etil silika

Etil Silikat	Katalis	Pelarut
Teos 13 gr	Asam sitrat 2 %	Propanol 10 gr
	Asam sitrat 4 %	
	Asam sitrat 10 %	
Teos 13 gr	Asam Oksalat 2 %	Propanol 10 gr
	Asam Oksalat 4 %	
	Asam Oksalat 10 %	
Teos 13 gr	Asam sitrat 2 %	Etanol 10 gr
	Asam sitrat 4 %	
	Asam sitrat 10 %	

Teos 13 gr	Asam Oksalat 2 %	Etanol 10 gr
	Asam Oksalat 4 %	
	Asam Oksalat 10 %	

Sumber: Muhammad, dkk, 2016

Terdapat 12 larutan yang nantinya masing-masing larutan digunakan untuk membuat mortar etil silika. Cara pembuatan larutan adalah pertama menimbang masing-masing bahan etil silikat (TEOS), dan pelarut (propanol/etanol), kemudian dicampurkan, setelah itu ditambahkan katalis (asam sitrat/asam oksalat dengan berbagai variasi konsentrasi) dengan cara ditetaskan sampai mencapai pH 3-4. Setelah itu sebagian larutan langsung digunakan untuk membuat mortar dan sebagian lagi didiamkan untuk melihat daya tahan larutannya. Cara pembuatan mortar adalah dengan menambahkan larutan sebanyak 19,4 ml ke dalam 120 gr bubuk batu. Setelah mortar sudah mengeras maka dilakukan uji fisik yang meliputi uji kapilarisasi, porositas dan SEM.

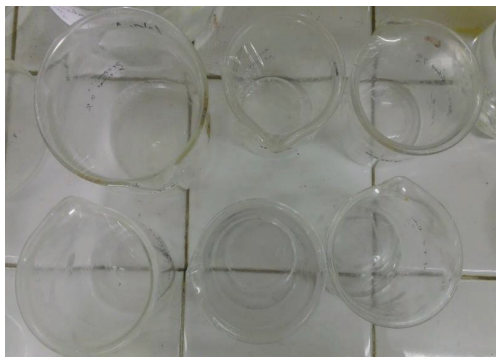


Gambar mortar etil silikat yang dicetak
(Sumber: Muhammad R, dkk, 2016)

Dari hasil percobaan pembuatan mortar komposisi larutan yang menghasilkan mortar yang bagus adalah TEOS+etanol+asam sitrat 2%. Mortar yang bagus adalah mortar yang dapat mengeras dan mampu dilewati air/udara. Berbagai faktor yang menentukan keberhasilan pembuatan mortar ini adalah penambahan larutan, pencampuran larutan dengan bubuk batu dan cara membuat mortar dalam cetakan. Penambahan larutan berpengaruh terhadap kualitas mortar karena apabila kurang larutan mortar akan menjadi *mripil*/tidak saling mengikat, sedangkan apabila terlalu banyak larutan yang ditambahkan, mortar menjadi lembek dan boros larutan. Faktor pencampuran larutan dengan bubuk batu juga berpengaruh terhadap mortar yang dibuat karena homogen tidaknya campuran tergantung orang yang mencampurnya. Pencampuran ini dilakukan secara manual dengan alat sendok/alat pengaduk. Hasil pencampuran tiap orang dapat berbeda walaupun komposisi bahan yang dicampur sama. Cara membuat mortar dalam cetakan dengan tingkat penekanan yang berbeda juga mempengaruhi kualitas mortar. Pembuatan mortar dengan tingkat penekanan yang tinggi akan membuat mortar yang padat dan jika tingkat penekanan-nya rendah maka mortar akan rapuh.



Larutan setelah 4 hari menjadi gel



Larutan setelah 14 hari menjadi keras seperti kaca

Sumber: Muhammad, dkk, 2016

Hasil pengamatan dari 12 larutan etil silika yang dibuat menunjukkan bahwa pada hari keempat larutan sebagian besar larutan sudah menjadi gel dan pada hari ke-14 semua larutan sudah menjadi keras seperti kaca dan volumenya mengalami penyusutan hampir 50% (lihat gambar ??). Dalam hal ini kajian ini belum dapat membuat larutan etil silika yang siap pakai (*ready for use*) untuk membuat mortar karena berdasarkan percobaan laboratorium setelah pembuatan larutan etil silika selesai harus segera digunakan untuk membuat mortar karena sifat dari larutan yang dibuat tidak bisa bertahan lama.

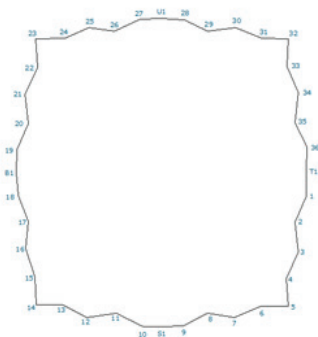
Namun secara keseluruhan kajian ini telah berhasil membuat mortar batu andesit dengan pengikat etil silikat yang mempunyai sifat fisik mendekati batu asli yaitu adanya lubang/pori yang bisa dilewati air/udara. Dan sifat dari mortar etil silikat ini tidak keras dan tidak lebih kuat dari batu asli sehingga bisa dilepas (*reversible*) apabila dalam pengaplikasiannya terjadi kesalahan. Penggunaan mortar andesit etil silikat sebagai bahan pengisi (*filler*) retakan, pengisi lubang alveol, untuk kamuflase penyambungan, penutupan nat antar batu, dan sebagai bahan restorer batu yang pecah/gempil sangat dimungkinkan. Kedepan penting dikembangkan lagi pembuatan larutan yang dapat tahan lama dan siap pakai.

1) Kajian Pengembangan Metode dan Teknik Konservasi untuk pendokumentasian cagar budaya

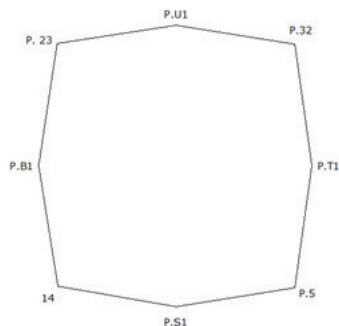
Pada tulisan sebelumnya telah disampaikan berbagai kajian mengenai pengembangan metode dan teknik konservasi untuk penangani berbagai kerusakan yang ada di Candi Borobudur berupa kerusakan dan pelapukan yang disebabkan oleh faktor kimiawi, biologi dan fisik. Dalam tulisan kali ini akan disam-

paikan kajian dari Balai Konservasi Borobudur yang merupakan kajian pengembangan metode dan teknik konservasi untuk pendokumentasian cagar budaya. Kajian yang dilaksanakan untuk pengembangan metode dan teknik ini adalah “Kajian Pengembangan Metode Pengukuran Deformasi Vertikal dan Horisontal Candi Borobudur Tahun 2014” dan “Kajian Rentang Dekat Dan Aerial untuk Dokumentasi 3 Dimensi Cagar Budaya Tahun 2016”.

“Kajian Pengembangan Metode Pengukuran Deformasi Vertikal dan Horisontal Candi Borobudur Tahun 2014” bertujuan untuk melakukan evaluasi terhadap kondisi jaring kontrol deformasi Candi Borobudur yang ada pada tubuh candi yaitu poligon lorong I dan poligon lorong IV, baik dari aspek bentuk geometri jaringan, sebaran dan letak titik kontrol, maupun desain titiknnya, dan juga untuk mengembangkan alternatif metode pengukuran untuk pemantauan deformasi yang baru dengan mengikuti perkembangan teknologi peralatan dan metode pengukuran sehingga akan mengurangi waktu pengumpulan data tetapi data yang diperoleh lebih akurat sehingga analisa data bisa lebih mendalam. Proses pengumpulan data terbagi ke dalam dua kegiatan, yaitu pengukuran jaring kontrol deformasi eksisting dan jaring kontrol deformasi yang disederhanakan. Pengumpulan data dilaksanakan pada lorong I dan lorong IV. Pengukuran poligon lorong I eksisting dengan 40 titik dan pengukuran yang disederhanakan menjadi 8 titik bisa dilaksanakan, sedangkan pada pengukuran poligon lorong IV eksisting dengan 24 titik kontrol dan poligon lorong IV yang akan disederhanakan menjadi 8 titik belum dapat dilakukan perbandingan karena pada saat dilakukan pengukuran poligon yang disederhanakan menjadi 8 titik kontrol ada satu titik yang tidak bisa terlihat dari titik lain sehingga harus menggeser titik tersebut atau membuat titik kontrol baru.



Sketsa pengukuran poligon Lorong I dengan 40 titik
(Sumber: Brahmantara, dkk, 2014)

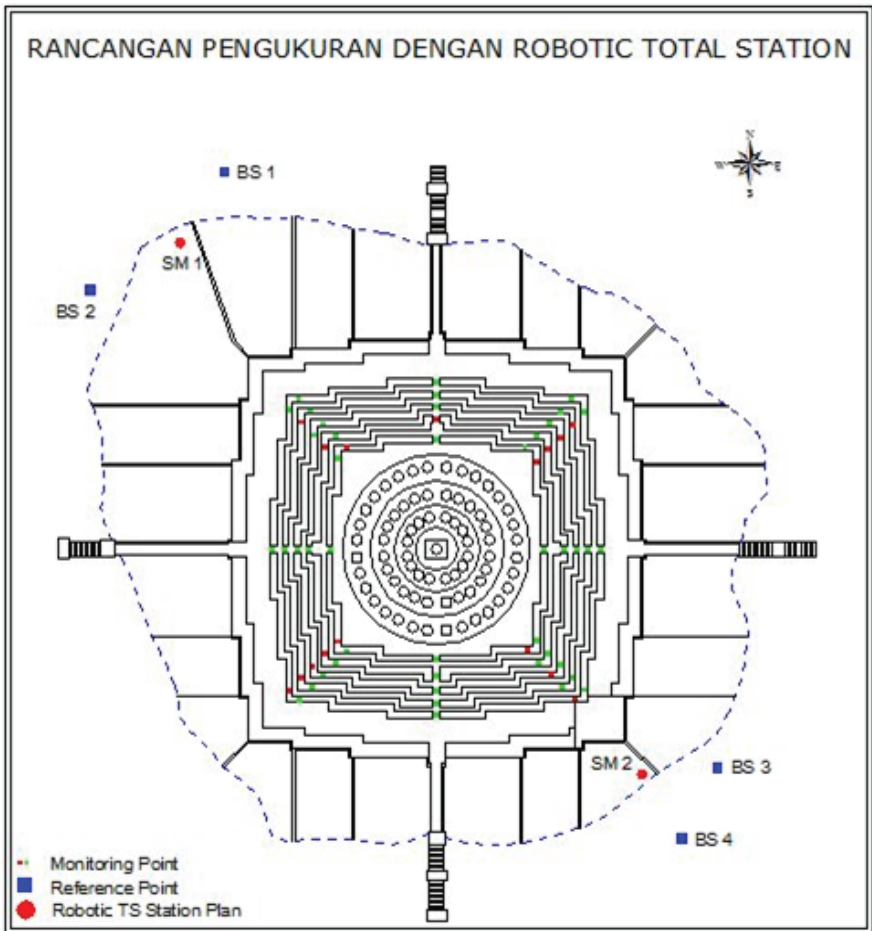


Desain sketsa pengukuran poligon Lorong I dengan 8 titik
(Sumber: Brahmantara, dkk, 2014)

Dari hasil kajian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan analisis tingkat ketelitian poligon dan analisis visual serta analisis perbandingan tingkat kualitas jaring titik kontrol yang dilakukan dengan menggunakan elips kesalahan pada titik-titik kontrol poligon lorong I Candi Borobudur menunjukkan bahwa desain jaring pengukuran titik kontrol baru yang telah disederhanakan membutuhkan waktu pengukuran yang lebih sedikit namun menghasilkan nilai koordinat yang lebih presisi jika dibandingkan dengan jaring pengukuran titik kontrol yang lama. Untuk poligon lorong IV dapat disederhanakan dengan menggunakan desain jaring pengukuran titik kontrol yang sama dengan desain jaring pengukuran poligon lorong I yang baru namun harus membuat 1 titik kontrol baru agar pengukuran dapat dilakukan. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang paling optimal maka pengukuran deformasi menggunakan *Robotic Total Station* yang paling ideal adalah pengukuran dilakukan secara terus menerus sehingga alat ukur dan target ukur harus diletakkan secara permanen di lokasi objek monitoring.

Pengukuran deformasi menggunakan *Robotic Total Station* di Candi Borobudur direncanakan untuk untuk pengukuran yang rutin dilaksanakan adalah secara periodik setahun 3 kali dan juga untuk pengukuran yang sifatnya insidental misalnya bila terjadi gempa bumi, sehingga alat ukur dan target monitoring hanya dipasang di lokasi hanya pada saat dilakukan pengukuran. Pembuatan desain jaring kontrol deformasi alternatif di Candi Borobudur dengan metode pengukuran menggunakan *Robotic Total Station* pada kajian ini baru sampai pada tahap penentuan lokasi monitoring station, lokasi titik referensi, dan lokasi titik target monitoring serta pembuatan desain pilar/tugu untuk monitoring station dan desain pilar/tugu untuk titik referensi. Berikut ini disajikan gambar rancangan pengukuran dengan *Robotic Total Station*.

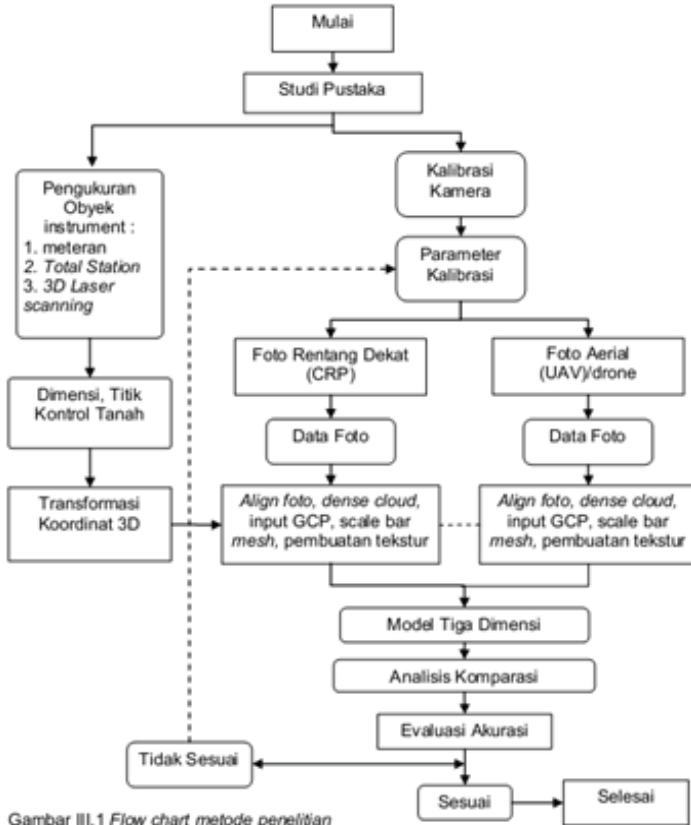
Setelah melakukan kajian pengembangan metode dan teknik pengukuran Candi Borobudur selanjutnya dilakukan pengembangan pendokumentasian dengan 3 dimensi. Dewasa ini pengembangan metode dan teknik pendokumentasian berkembang sangat pesat khususnya berbasis digital tiga dimensi (3D). Teknologi ini memiliki keunggulan dibandingkan 2D diantaranya yaitu memiliki tingkat data yang lebih luas, interpretasi data mencakup bentuk, dimensi geometri dan detail sangat lengkap dan teliti serta dari aspek penyimpanan dan perubahan data lebih mudah dilakukan. Teknologi pendokumentasian 3D saat ini menggunakan perangkat 3D Laser scanning yang masih terbatas keberadaannya dan mahal harganya, karena itu perlu dikembangkan metode pendokumentasian 3D dengan menggunakan metode dan perangkat yang lebih murah yaitu dengan teknik Foto Rentang Dekat (close range photogrammetry) dan teknik aerial menggunakan wahana pesawat tanpa awak (UAV) atau drone.



Gambar rancangan pengukuran dengan Robotic Total Station pada Candi Borobudur

(Sumber: Brahmantara, dkk, 2014)

“Kajian Rentang Dekat Dan Aerial untuk Dokumentasi 3 Dimensi Cagar Budaya Tahun 2016” bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi pemodelan tiga dimensi yang dihasilkan dari teknik foto rentang dekat (close range photogrammetry) dan foto aerial dengan wahana pesawat tanpa awak (UAV)/ drone. Hasil dari kajian ini selanjutnya bisa digunakan sebagai data untuk membuat standar operasional prosedur (SOP) pendokumentasian tiga dimensi (3D) cagar budaya. Diagram alur metode yang digunakan dalam kajian ini adalah sebagai berikut.



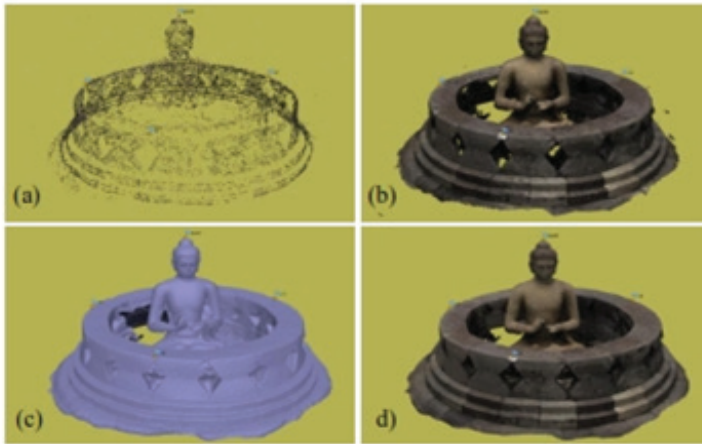
Gambar Flow Cart metode penelitian
(Sumber: Brahmatara, dkk, 2016)

Pengumpulan data yang dilakukan meliputi pengambilan titik kontrol relief dan arca untuk foto rentang dekat, pengukuran titik kontrol tanah, pengambilan foto rentang dekat (*close range photogrammetry*) dan pengambilan foto udara (*aerial photo*) dengan UAV (*unmaned aerial vehicle*).

Sedangkan cara pengolahan datanya terdiri dari *pre processing* foto yaitu pengecekan terhadap foto yang dihasilkan sebelum diproses pada tahap selanjutnya, input dan kalibrasi kamera, alignment foto, pembuatan *dense cloud*, Input *ground control points* (GCP), pembuatan tekstur, transformasi koordinat, dan mengekspor model.

Perihal kalibrasi kamera, hasil kajian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara hasil kalibrasi menggunakan frame (*lab calibration*) dan kalibrasi diri. Hal ini dikarenakan kamera yang digunakan bukanlah kamera *fix lens* sehingga kemungkinan terjadi perubahan *focal length* ketika sesudah melakukan *field calibration*. Perubahan dari *focal length* dikarenakan adanya guncangan terhadap kamera. Jumlah foto yang diambil pada frame (*lab calibration*) lebih banyak sehingga guncangan yang terjadi akan lebih cenderung banyak karena pemakaian lensa bukan *fix lens*. Kalibrasi diri (*self calibration*) dianggap lebih baik daripada frame (*lab calibration*) karena proses kalibrasi dilakukan sesaat sebelum pengambilan data sehingga parameter kalibrasi kamera yang dicari sesuai dengan kondisi ketika pengambilan data.

Pemodelan tiga dimensi (3D) ada kajian ini menggunakan 2 proses pemodelan, pemodelan dari hasil foto rentang dekat (*close range photogrammetry*) dan hasil foto aerial menggunakan wahana UAV/drone. Obyek cagar budaya yang menjadi sasaran pengambilan data adalah Candi Borobudur, dan Candi Prambanan, sedangkan sasaran atau sampel obyek foto rentang dekat adalah relief kapal, relief gandawiyuha, stupa teras terbuka dan arca singa Candi Borobudur.



Gambar hasil pemodelan 3D stupa teras terbuka
 (a) Point clouds, (b) dense clouds, (c) mesh format, (d) teksstur
 (Sumber: Brahmantara, dkk, 2016)

Dari hasil kajian dapat disimpulkan bahwa hasil perataan berkas dan pemodelan tiga dimensi (3D) berbasis foto rentang dekat (*close range photogrammetry*) pada obyek relief kapal Candi Borobudur dengan kontrol skala bar (jarak) dan kamera terkalibrasi menghasilkan nilai *RMS error* yang cukup kecil yaitu sebesar 5 mm, sedangkan hasil perataan berkas dan pemodelan pada obyek stupa teras terbuka dan arca singa masing-masing mempunyai nilai *RMS error* yang lebih kecil yaitu 3 mm dan 1,6 mm. Untuk hasil perataan berkas dan pemodelan tiga dimensi (3D) berbasis foto aerial dengan menggunakan wahana *drone* pada Candi Borobudur, kontrol menggunakan koordinat GCP dan kamera terkalibrasi menghasilkan nilai *RMS error* sebesar 0.09823 m (10 cm), sedangkan pada obyek Candi Prambanan dengan parameter kontrol dan kamera yang sama menghasilkan nilai *RMS error* yang lebih kecil yaitu sebesar 0.0409804 m (4 cm). Metode foto rentang dekat (*close range photogramtery*) dan foto aerial (*aerial photogramtery*) dengan wahana pesawat tanpa awak (UAV/*drone*) untuk perekaman data dan pendokumenta-

sian tiga dimensi (3D) cagar budaya layak digunakan dengan syarat memperhatikan standar dan langkah yang benar seperti proses kalibrasi kamera, metode pengambilan foto dan penggunaan kontrol geometri untuk mendapatkan akurasi yang tinggi dan nilai *error* yang seminimal mungkin.

1) **Kajian Pengembangan Metode dan Teknik Konservasi untuk Anastilosis Batu**

Setelah pemugaran II Candi Borobudur terdapat permasalahan yang belum dapat terselesaikan yaitu adanya arca Dhyani Buddha Candi Borobudur yang tidak lengkap anatominya. Jumlah arca Dhyani Buddha adalah 504 buah, dimana 228 arca Buddha berkepala sedangkan 247 arca tanpa kepala. Sementara itu, kepala arca Buddha yang tersimpan di Balai Konservasi Borobudur berjumlah 56 buah. Sebagai upaya pelestarian terhadap arca Buddha ini maka dilakukan kegiatan anastilosis yang terangkum dalam kegiatan kajian berjudul “Kajian Pencocokan Kepala Arca Buddha Candi Borobudur Tahun 2015”. Kajian ini merupakan kajian pengembangan metode dan teknik konservasi untuk anastilosis yang dilakukan oleh Balai Konservasi Borobudur. Istilah anastilosis merupakan istilah arkeologi yang merujuk kepada teknik rekonstruksi atau pemugaran reruntuhan bangunan, dimana sebisa mungkin elemen-elemen arsitektural asli digunakan semaksimal mungkin dalam bangunan yang dipugar. Istilah ini juga kadang digunakan untuk merujuk upaya rekonstruksi serupa untuk menyatukan kembali pecahan tembikar atau keramik yang sudah pecah, atau benda-benda kecil lainnya (<http://borobudurpedia.id/artikel/anastilosis-457>). Kegiatan pencocokan kepala arca Dhyani Buddha Candi Borobudur ini merupakan salah satu kegiatan anastilosis.

Tujuan dari kajian ini adalah untuk mendapatkan metode pencocokan kepala arca Dhyani Buddha yang tersimpan di Balai Konservasi Borobudur berdasarkan prinsip-prinsip pelestarian cagar budaya. Metode yang digunakan meliputi pengukuran kepala arca dan arca tanpa kepala serta arca yang utuh untuk mengetahui ikonometri arca, kemudian pendokumentasian, dan pengambilan data teknis arca yang terdiri dari ciri fisik berupa keterawatan objek, warna material, kekompakan material, kandungan unsur mineral, kandungan magnetik material, dan cepat rambat gelombang ultrasonik. Ikonometri adalah pedoman tentang ukuran-ukuran dasar dalam pembuatan arca. Dalam pembuatan arca tidak sembarangan terdapat aturan-aturan dalam pembuatannya yang dimuat dalam naskah kitab Cilpacastra, walaupun tidak semua naskah memuat aturan yang sama.

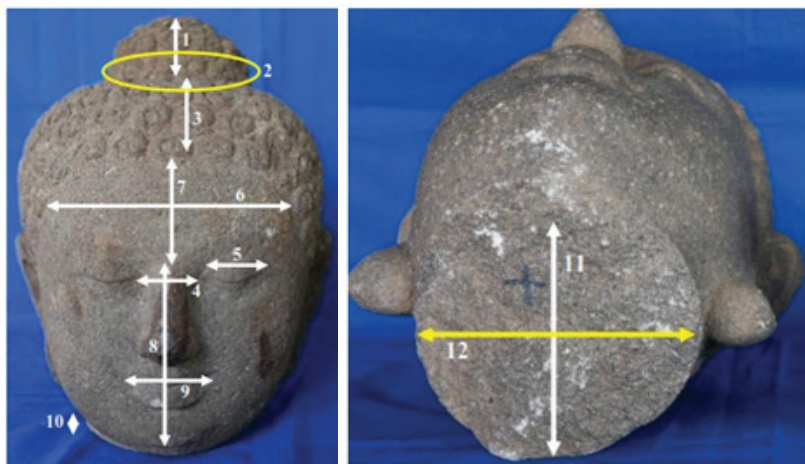


Foto pengukuran ikonometri pada kepala arca dan pengukuran pada leher dan bekas patahan

(Sumber: Setyawan H, dkk, 2015)

Selain pengukuran ikonometri, pengukuran kandungan unsur dan kandungan magnetik material kepala arca juga dilakukan dengan menggunakan alat yang berbeda yaitu XRF dan magnetic susceptibility meter. Alat magnetic susceptibility meter ini mirip dengan senter berbentuk silinder. Kandungan magnetik unsur yang ditembak menggunakan alat ini berupa satuan angka. Sedangkan pengukuran cepat rambat gelombang ultrasonik pada material menggunakan alat ultrasonic pulse velocity tester. Alat ultrasonic pulse velocity tester ini selain berfungsi untuk mengetahui adanya celah atau retakan pada material, juga dapat membedakan kualitas material melalui cepat rambat gelombang ultrasonik.



Pengukuran kandungan unsur menggunakan XRF Portable

(Sumber: Setyawan H, dkk, 2015)

Dari hasil pengukuran ikonometri kepala arca Dhyani Buddha yang tersimpan dapat diketahui bahwa semua kepala arca memiliki perbandingan elemen ikonografi yang sangat mirip satu dengan yang lain. Demikian juga dengan ke semua arca Dhyani Buddha Candi Borobudur memiliki elemen ikonografi yang sama, hal ini dibuktikan dari bentuk muka, alis mata, mata, hidung, bibir, lipatan kain, *usnisa*, *urna*, dan lain-lain. Pengukuran kandungan

unsur menggunakan alat *XRF portable* memiliki keunggulan yaitu non-destruktif atau tidak merusak benda yang diukur kandungannya. Namun, dari hasil pengukuran dengan XRF dari 56 kepala arca dan 11 tubuh arca, belum dapat dilakukan pencocokan. Hal ini karena hasil pengukuran mendapatkan banyak kandungan unsur sehingga belum dapat ditentukan metode analisisnya serta sebagian besar tubuh arca pada Candi Borobudur belum diukur menggunakan XRF. Pengukuran kandungan magnetik material dapat digunakan sebagai petunjuk untuk mencocokkan antara kepala dan tubuh arca. Pengukuran *magnetic susceptibility* telah dilakukan pada semua kepala arca dan tubuh arca. Untuk melakukan pencocokan perlu digunakan metode yang sesuai karena data yang dikumpulkan adalah sejumlah 56 kepala arca dan 247 tubuh arca sehingga kemungkinan pencocokannya adalah dengan membandingkan ukuran 1 kepala arca dengan 247 tubuh arca, demikian seterusnya hingga kesemua kepala arca yang berjumlah 56 buah.

Pengukuran cepat rambat gelombang menggunakan *ultrasonic pulse velocity tester* dapat digunakan untuk mengukur cepat rambat gelombang ultrasonik pada berbagai media diantaranya pada beton dan kayu. Aplikasi pada beton dapat dipadukan dengan osiloskop yang berfungsi sebagai monitor untuk mengetahui retak rambut, rongga, dan retak struktur pada beton. Aplikasi pada material kayu sebagai struktur bangunan digunakan untuk mengecek kualitas kayu, apakah terjadi pelapukan di dalam kayu yang tidak dapat terlihat secara kasat mata. Untuk pencocokan kepala arca di Candi Borobudur, material utamanya sama yaitu batu andesit namun tidak sepenuhnya memiliki sifat yang sama seperti yang terlihat secara kasat mata misal dari segi warna, tekstur dan kekompakan batu. Material yang sama jenisnya belum tentu memiliki komposisi yang sama sehingga

akan menghasilkan cepat rambat gelombang ultrasonik yang berbeda pula. Pengukuran menggunakan *ultrasonic pulse velocity tester* dilakukan pada semua kepala arca dan tiap kepala arca dilakukan sebanyak 6 kali. Berdasarkan hasil analisis kesemua material kepala arca memiliki cepat rambat yang tidak jauh berbeda yaitu antara 2-4 km/det. Apabila metode ini diteruskan maka akan sama halnya dengan pengukuran kandungan magnetik yaitu membandingkan 1 kepala arca dengan 247 tubuh arca sehingga terdapat kendala yaitu membutuhkan waktu pengukuran yang lama. Kesimpulan yang dapat diambil pada kajian ini adalah metode pencocokan dengan pengukuran kandungan unsur material, kandungan magnetik material dan cepat rambat gelombang ultrasonik pada material perlu untuk diformulasikan setelah semua data pengukuran dikumpulkan. Selain itu perlu dikembangkan metode baru anastilosis kepala arca yang lain.



Pengukuran menggunakan ultrasonic pulse velocity tester
(Sumber: Setyawan, dkk, 2015)

Setelah kajian pencocokan kepala arca budha Candi Borobudur yang dilaksanakan pada tahun 2015 belum mendapatkan hasil yang maksimal maka pada tahun 2016 kajian ini diperdalam lagi untuk menemukan metode analisis kepala arca dan tubuh arca di Candi Borobudur. Kajian tahap II ini bertujuan melanjutkan pengukuran dengan metode XRF, melakukan uji coba pencocokan menggunakan metode *magnetic susceptibility* untuk mengetahui efektifitasnya, membuat tipologi berdasarkan tekstur material pada kepala dan tubuh arca dan mencari alternatif metode lain yang berhubungan dengan material bahan arca ataupun unsur atomik bahan arca.

Pada kajian tahap II ini dilakukan metode dan teknik baru dalam upaya mencocokkan kepala arca dan tubuh arca Dhyani Buddha Candi Borobudur. Metode ini yaitu dengan mengelompokkan tipologi material arca baik kepala arca dan tubuh arca menjadi 6 tipe batu andesit. Analisis menggunakan metode ini dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan tipe material andesit pada kepala arca yang disimpan di kantor Balai Konservasi Borobudur dan tubuh arca di struktur Candi Borobudur. 6 tipologi material arca Candi Borobudur adalah (1) *dark matrix, many very fine feldspar phenocrysts and very porous surface*; (2) *dark matrix, bigger feldspar phenocrysts than type 1 and less porous texture*; (3) *blue-grey matrix, dense texture, big mafic phenocrysts*; (4) *dark grey, feldspars granular texture*; (5) *dark matrix, only few phenocrysts, very compact*; (6) *brown to lightcolour, porous*.

Pencocokan dengan metode tipologi material batu andesit diharapkan memiliki potensi pengembangan yang lebih baik dibandingkan metode lain yang telah dilakukan. Namun, data ini juga memerlukan data lain sebagai pendukung. Berikut ini adalah tabel hasil pengelompokkan tipologi material kepala arca dan tubuh arca.

Tabel jumlah populasi dari tipologi material kepala dan tubuh arca

Tipe	Deskripsi	Jumlah	
		Kepala arca	Tubuh arca
1	dark matrix, many very fine feldspar phenocrysts and very porous surface	18	45
2	dark matrix, bigger feldspar phenocrysts than type 1 and less porous texture	18	83
3	blue-grey matrix, dense texture, big mafic phenocrysts	11	41
4	dark grey, feldspars granular texture	4	41
5	dark matrix, only few phenocrysts, very compact	4	57
6	brown to light colour, porous	9	14

Sumber: Setyawan, dkk, 2016

Dari tabel di atas pencocokan dengan metode tipologi material dapat mengerucut dan mengecek terlebih dahulu kepala dan tubuh arca yang masuk tipe 6, karena memiliki populasi yang paling sedikit yaitu 6 kepala arca yang akan dibandingkan dengan 14 tubuh arca. Gambar di bawah ini adalah proses pencocokan kepala arca dengan tubuh arca yang ada di struktur Candi Borobudur sisi barat pagar langkan III bidang a no. 1.



Gambar pencocokan kepala arca Dhyani Buddha Candi Borobudur no. 10 dengan badan sisi barat pagar langkan III bidang a no. 1

(Sumber: Setyawan, dkk, 2016)

Kesimpulan yang dapat diambil dari kajian pencocokan kepala arca Buddha Candi Borobudur tahap II ini adalah terdapat potensi pengembangan yang baik untuk metode pencocokan tipe material yang diperkuat dengan data XRF. Hal ini ditunjukkan pada tipe material 6, terdapat 2 kepala arca yang memiliki indikasi kecocokan yang kuat dengan 2 tubuh arca. Berdasarkan hasil pencocokan tersebut kemungkinan besar material arca sama namun warna dan tingkat pelapukan antara arca dan tubuh arca tersebut bisa berbeda, karena disebabkan kepala arca yang tersimpan di dalam ruangan sedangkan tubuh arca berada di struktur candi yang cenderung mengalami pelapukan yang lebih cepat

KAMPANYE PELESTARIAN BERBASIS KOMUNITAS

Banyaknya tinggalan cagar budaya dapat menjadi salah satu indikator peradaban suatu bangsa. Tinggalan cagar budaya merupakan gambaran tingkat kemajuan kehidupan teknologi, sosial ekonomi, religi dan lain-lainnya. Indonesia merupakan salah satu bangsa yang memiliki banyak tinggalan cagar budaya, bahkan beberapa diantaranya sudah menjadi warisan dunia, yaitu Kompleks Candi Borobudur, Kompleks Candi Prambanan, dan Situs Manusia Purba Sangiran. Selain yang sudah menjadi warisan dunia, masih banyak tinggalan yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Untuk mengatur tinggalan tersebut, pemerintah secara khusus mengesahkan Undang-Undang No. 5 Tahun 1992 tentang Benda Cagar Budaya dan kemudian dikembangkan menjadi dan diganti dengan Undang-Undang No 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya.

Dalam Undang-Undang No. 11 Tahun 2010 disebutkan kategori cagar budaya yang dibagi menjadi Benda Cagar Budaya, Bangunan Cagar Budaya, Struktur Cagar Budaya, Situs dan Kawasan Cagar Budaya dengan kriterianya masing-masing. Namun secara umum suatu benda, bangunan atau struktur dapat disebut sebagai cagar budaya jika memenuhi kriteria:

1. Berusia 50 (lima puluh) tahun atau lebih;
2. Mewakili masa gaya paling singkat berusia 50 (lima puluh) tahun;
3. Memiliki arti khusus bagi sejarah, ilmu pengetahuan, pendidikan, agama, dan/atau kebudayaan; dan
4. Memiliki nilai budaya bagi penguatan kepribadian bangsa.

Begitu pentingnya nilai-nilai yang terkandung pada cagar budaya maka menjadi tugas bersama untuk melakukan pelestarian. Pelestarian menurut Undang-Undang No. 11 Tahun 2010 adalah upaya dinamis untuk mempertahankan keberadaan cagar budaya dan nilainya dengan cara melindungi, mengembangkan, dan memanfaatkannya.

Tentunya upaya pelestarian yang menjadi tugas bersama ini memiliki tujuan, yaitu:

1. Melestarikan warisan budaya bangsa dan warisan umat manusia;
2. Meningkatkan harkat dan martabat bangsa melalui Cagar Budaya;
3. Memperkuat kepribadian bangsa;
4. Meningkatkan kesejahteraan rakyat; dan
5. Mempromosikan warisan budaya bangsa kepada masyarakat internasional.

Dalam Undang-Undang No. 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya, masyarakat diberikan kesempatan lebih luas dalam upaya pelestarian cagar budaya. Hal tersebut menunjukkan adanya perubahan paradigma dari Undang-Undang No. 5 Tahun 1992 yang terkesan kurang memberikan kesempatan kepada masyarakat. Terlebih di Undang-Undang No. 5 Tahun 2017 yang mengatakan bahwa setiap orang dapat berperan aktif dalam upaya pemajuan kebudayaan.

Namun belakangan ini sering terjadi tindakan-tindakan yang bertentangan dengan konsep-konsep pelestarian oleh oknum yang tidak bertanggung jawab. Hariani Santiko dalam Wibowo (2014: 59) mengatakan bahwa secara umum masyarakat masih kurang mengerti dan menghargai arti penting dari benda-benda cagar budaya. Ketidakpahaman tersebut yang kemudian menjadikan oknum-oknum berbuat sesuai kehendaknya tanpa mengindahkan regulasi yang berlaku. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa pelestarian menjadi tanggung jawab bersama seluruh pemangku kepentingan, termasuk juga masyarakat. Sesuai dengan amanat undang-undang, masyarakat justru menjadi kekuatan yang penting dan besar jika mampu berperan aktif.

Belakangan ini banyak muncul berbagai komunitas di sekitar kita, baik berdasarkan minat ataupun kesamaan lainnya. Kata “komunitas” berasal dari bahasa Latin *communitas* yang berarti kesamaan atau rasa berbagi dan keintiman yang berkembang di antara orang-orang yang memiliki limitasi sebagai sebuah kelompok.¹ KBBI menjelaskan kata

1 <http://www.dictionary.com/browse/communitas>

“komunitas” sebagai kelompok organisme (orang dan sebagainya) yang hidup dan saling berinteraksi di dalam daerah tertentu; masyarakat; paguyuban.² Jadi sebuah komunitas dapat diartikan sebagai kumpulan orang-orang yang memiliki kesamaan, atau rasa yang sama mengenai sesuatu. Kesamaan tersebut dapat berupa kesamaan lokasi, minat, latar belakang, dan hal lainnya yang membuat beberapa orang memiliki identitas bersama.

Dari definisi tersebut dapat kita temui berupa komunitas minat dan komunitas masyarakat. Komunitas minat lebih mengarah ke kelompok yang memiliki minat pada hal yang sama dan beraktivitas di seputar hal tersebut, misal komunitas sejarah, komunitas sepeda dan komunitas lainnya. Sementara itu, komunitas masyarakat menjadi hal yang mendasar dalam hidup berkelompok. Manusia sebagai makhluk sosial cenderung tinggal bersama di sebuah wilayah dan secara otomatis akan membentuk sebuah komunitas.

Pelestarian berbasis komunitas dapat diartikan sebagai upaya pelestarian dimana komunitas dan masyarakat ikut berpartisipasi dalam berbagai hal yang mendukung keberlangsungan cagar budaya sehingga dapat memberikan manfaat bersama. Secara singkat pelestarian yang berbasis komunitas dapat diartikan sebagai upaya peningkatan peran serta dari masyarakat dengan cara mendorong, memotivasi, dan membangkitkan kesadaran masyarakat akan potensi dan pentingnya cagar budaya di sekitar mereka, dengan tujuan:

1. Meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap makna penting warisan budaya di lingkungan mereka
 2. Meningkatnya inisiatif masyarakat untuk melestarikan warisan budaya
 3. Meningkatnya taraf hidup masyarakat seiring dengan peningkatan apresiasi dan pemanfaatan warisan budaya oleh masyarakat.
- (Sulistyanto, 2010: 5)

Melihat dari perubahan yang terjadi, dengan dibukanya kesempatan yang luas kepada masyarakat bukan tidak mungkin untuk kedepannya pemerintah akan menjadi fasilitator, pengarah,

2 <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/komunitas>

dan pengawas dalam pelestarian. Namun tentunya komunitas dan masyarakat yang ada di sekitar cagar budaya tidak langsung seluruhnya mampu atau mau aktif dalam upaya pelestarian. Untuk itu perlu berbagai usaha sebagai stimulus untuk komunitas dan masyarakat yang bersifat partisipatif.

Chambers dalam Wibowo (2014: 61) menjelaskan bahwa paradigma baru pembangunan lebih bersifat *people-centered*, *participatory*, *empowering*, dan *sustainable*. Lebih lanjut Wibowo (2014) menyebutkan konsep tersebut merupakan konsep pembangunan ekonomi yang merangkum nilai-nilai sosial yang sering disebut pemberdayaan masyarakat/komunitas. Secara nalar, jika kita menginginkan peran aktif masyarakat tentunya akan didasari rasa memiliki, peduli terhadap cagar budaya yang muncul ketika masyarakat/komunitas diberdayakan, terlibat, dan menjadi subjek dalam pelestarian, sehingga manfaat dari lestari cagar budaya dapat langsung dirasakan masyarakat/komunitas.

Sejak awal dicatat keberadaannya oleh Raffles tahun 1814, Candi Borobudur telah mengalami berbagai proses pembersihan, restorasi, perawatan, dan pelestarian yang melibatkan masyarakat termasuk komunitas. Ketika pembersihan awal Candi Borobudur, Raffles atau pemerintahan kolonial tidak bekerja sendirian karena dibantu juga oleh masyarakat sekitar. Restorasi kedua Candi Borobudur tahun 1973-1983 juga melibatkan masyarakat dalam jumlah yang tidak sedikit, tercatat sekitar 600 orang turut membantu Candi Borobudur kembali berdiri megah. Hal tersebut menunjukkan bahwa dalam pelestarian perlu ada peran masyarakat didalamnya. Dengan kata lain, peran serta dan aktif dari masyarakat akan memberikan dampak yang signifikan dalam upaya pelestarian.

Dalam rentang waktu 10 tahun (2007-2017), Balai Konservasi Borobudur sebagai Unit Pelaksana Teknis Direktorat Jenderal Kebudayaan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, yang bertanggung jawab atas kelestarian Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon telah merintis dan banyak bekerja sama dengan komunitas, baik komunitas minat maupun masyarakat dalam upaya pelestarian terutama upaya peningkatan kesadaran masyarakat untuk menjaga warisan dunia tersebut. Selama 10 tahun terakhir, kegiatan pelestarian yang dilakukan mengupayakan untuk selalu melibatkan masyarakat sekitar agar masyarakat dapat lebih memahami dan diharapkan di kemudian hari dapat berinisiatif untuk aktif dalam

pelestarian hari.

Pelestarian di ranah masyarakat sangatlah luas, karena apapun yang dilakukan masyarakat sedikit banyak nantinya akan dapat mempengaruhi cagar budaya. Pelestarian yang dilakukan masyarakat tentunya harus dilakukan dalam koridor yang bertujuan memperkuat *sustainability* cagar budaya dan mendapatkan perhatian dari pemerintah.

Langkah pelibatan komunitas dalam pelestarian telah dilakukan dalam berbagai kegiatan yang diagendakan oleh Balai Konservasi Borobudur, misal dalam kegiatan sosialisasi, penghijauan, simulasi siaga bencana, dan disertakan dalam tim kebersihan dan keamanan candi. Namun pelibatan komunitas tentunya tidak hanya seputar kegiatan tersebut.

Hal yang penting lainnya adalah upaya peningkatan kesadaran dan kepedulian masyarakat sehingga diharapkan secara otomatis akan menimbulkan rasa memiliki dan menjaga. Salah satu caranya adalah melalui sosialisasi. Balai Konservasi Borobudur secara rutin menggelar sosialisasi ke desa-desa sekitar Candi Borobudur dan sekolah-sekolah. Sosialisasi ini menjadi ajang dialog dan edukasi antara masyarakat dan pemerintah. Dalam sosialisasi ini Balai Konservasi Borobudur menjelaskan arti pentingnya cagar budaya yang banyak tersebar di sekitar Candi Borobudur dan masyarakat juga dapat menyampaikan masukan yang akan berguna dalam pelestarian, sehingga terjadi komunikasi 2 arah. Keberhasilan sosialisasi ini salah satunya dapat diketahui dari banyaknya laporan temuan terduga cagar budaya di sekitar masyarakat. Masyarakat mulai menyadari bahwa temuan tersebut mungkin akan lebih bermanfaat dikemudian hari daripada hanya didiamkan. Masyarakat juga lebih kooperatif ketika dilakukan pendataannya.

Dari sisi pendidikan, Balai Konservasi Borobudur banyak melakukan edukasi ke siswa usia sekolah sebagai generasi penerus bangsa yang diharapkan dapat melanjutkan dan menyebarkan pesan pelestarian ke khalayak yang lebih luas. Bentuk edukasinya bermacam-macam, dapat berupa kegiatan bersih candi, mendongeng, atau berbagai lomba. Sosialisasi untuk anak usia sekolah lebih ditekankan kepada kegiatan-kegiatan yang sifatnya praktek dan mengasah kreativitas mereka agar pesan dan pengalaman yang diperoleh lebih mudah diterima. Misalnya adalah siswa SMA membuat poster dan materi publikasi kemudian disosialisasikan kepada pengunjung yang

datang ke candi.

Beberapa kali Balai Konservasi Borobudur juga telah menggandeng komunitas-komunitas minat untuk menyebarluaskan pentingnya pelestarian cagar budaya. Bersama komunitas pecinta museum, Balai Konservasi Borobudur mengundang berbagai komunitas pelestari dari berbagai daerah untuk membahas isu-isu pelestarian yang ada di daerah masing-masing. Hasil diskusi kemudian dikampanyekan di Candi Borobudur sebelum lebih lanjut disebarluaskan lebih lanjut.

Dalam hal pameran, Balai Konservasi Borobudur beberapa kali mengundang komunitas seniman sekitar Borobudur. Seni merupakan ungkapan ekspresi jiwa seseorang, sehingga dengan menampilkan karya-karya dan kerajinan seniman Borobudur secara tidak langsung pengunjung pameran dapat mengetahui kondisi di sekitar Candi Borobudur. Tidak sedikit seniman-seniman Borobudur yang menyisipkan pesan-pesan pelestarian dalam karyanya yang dapat lebih mudah diterima oleh khalayak umum.

Komunitas dan masyarakat dapat berperan sebagai humas, sebagai perpanjangan tangan dari pemerintah yang kadang banyak terkendala oleh berbagai aturan. Aturan tersebut memang dibuat bukan untuk dengan sengaja membatasi UPT atau pemerintah, tetapi lebih untuk mengatur agar kebijakan berjalan sesuai koridor serta tugas dan fungsinya. Peran komunitas dan masyarakat diharapkan dapat langsung menjangkau khalayak luas yang kurang terjangkau oleh pemerintah/ instansi.

Selama 10 tahun terakhir Balai Konservasi Borobudur telah banyak melaksanakan kegiatan pelestarian dengan melibatkan komunitas untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pelestarian cagar budaya. Berikut rincian kegiatan pelibatan komunitas dalam pelestarian yang telah dilakukan oleh Balai Konservasi Borobudur dalam rentang waktu 10 tahun (2007-2017).

A. Kegiatan Meniti Jejak Peradaban

Kegiatan Meniti Jejak Peradaban dilaksanakan dengan tujuan untuk menyosialisasikan/mengenalkan tinggalkan cagar budaya di sekitar

Candi Borobudur dan cagar budaya lainnya di Jawa Tengah kepada generasi muda dan masyarakat luas. Dengan mengenalkan cagar budaya di sekitar mereka diharapkan dapat menambah wawasan mengenai cagar budaya dan nilai-nilai yang terkandung didalamnya sehingga menumbuhkan rasa cinta terhadap tinggalan budaya yang ada dan bangga menjadi pewaris budaya Indonesia. Dari rasa cinta dan bangga ini diharapkan bisa menggugah rasa peduli dan kesadaran untuk turut melindungi dan melestarikan cagar budaya yang ada dari berbagai ancaman dan gangguan yang mungkin terjadi. Lebih jauh lagi, dengan adanya kegiatan ini diharapkan akan terbentuk kader-kader pelestari budaya di masa mendatang. Sasaran dari kegiatan Meniti Jejak Peradaban adalah pelajar, pendidik, pemuda, perangkat/instansi pemerintahan, swasta, stakeholder, dan masyarakat umum. Dalam kegiatan ini peserta diberikan materi tentang cagar budaya dan diajak berkunjung ke situs cagar budaya. Dengan kunjungan situs diharapkan kepekaan diri para peserta dilatih dengan menumbuhkan rasa memiliki dan bangga akan budaya yang mereka punya, sehingga nantinya akan tergerak untuk mempelajari, melindungi, dan memelihara cagar budaya yang ada.

Kegiatan Meniti Jejak Peradaban pertama kali dilaksanakan pada tahun 2008. Selama lima tahun kegiatan ini rutin dilaksanakan setiap tahunnya. Berikut kegiatan Meniti Jejak Peradaban yang telah dilaksanakan oleh Balai Konservasi Borobudur dalam 10 tahun pelestarian Candi Borobudur.

1. Meniti Jejak Peradaban Tahun 2008 dengan tema "Menelusuri Jejak-Jejak Peninggalan di Borobudur dan Sekitarnya". Kegiatan ini dilaksanakan dalam rangka 100 tahun Kebangkitan Nasional dengan peserta pelajar dan guru di lingkungan Kabupaten Magelang. Kegiatan ini dilaksanakan bekerjasama dengan Dinas Pendidikan Kabupaten Magelang.
2. Meniti Jejak Peradaban Tahun 2009 dengan tema "Candi-Candi di Kabupaten Magelang" dengan peserta guru sejarah SMP negeri di Kabupaten Magelang dan swasta di sekitar Borobudur. Peserta diajak berkunjung ke Candi Borobudur, Candi Mendut, Candi Pawon, Candi Aso, dan Candi Pendem.
3. Meniti Jejak Peradaban Tahun 2010 dengan tema "Belajar dari

Masa Lalu untuk Masa Depan” dilaksanakan pada tanggal 14 - 15 Juli 2010 dengan peserta dari perwakilan ketua pemuda di wilayah Mungkid dan Borobudur, instansi terkait, PT Taman Wisata Unit Borobudur, dan HPI.

4. Meniti Jejak Peradaban Tahun 2011 dengan tema ”Aku dan Budayaku” dilaksanakan pada tanggal 23 Mei 2011 dalam rangka memperingati Hari Kebangkitan Nasional dan Hari Purbakala ke-98. Peserta terdiri dari pelajar dan guru SMP di Kabupaten Magelang dan Dinas Pendidikan Kabupaten Magelang. Peserta diajak untuk melakukan napak tilas mengunjungi candi-candi tinggalan nenek moyang seperti Candi Borobudur, Candi Pawon, Candi Mendut, Candi Ngawen, Candi Losari, dan Candi Gunung Wukir.
5. Meniti Jejak Peradaban Tahun 2012 dengan tema ”Aku Bangga Menjadi Anak Indonesia” dilaksanakan pada tanggal 14 – 15 Mei 2012. Peserta terdiri dari pelajar dan guru SD di Kecamatan Borobudur. Peserta diajak berkunjung ke Candi Borobudur, Candi Pawon, Candi Mendut, Candi Ngawen, Candi Aso, Candi Pendem, Candi Lumbung, dan Situs Manusia Purba Sangiran di Sragen Jawa Tengah. Sebelum kunjungan ke situs peserta dibekali materi mengenai sejarah dan tinggalan cagar budaya dengan melibatkan narasumber dari Arkeologi UGM.

B. Kegiatan Sosialisasi

Indonesia kaya akan cagar budaya yang perlu dilestarikan dan dikembangkan secara terus-menerus sebagai aset budaya bangsa dan ilmu pengetahuan. Keagungan warisan budaya bangsa Indonesia pun telah diakui oleh dunia internasional melalui UNESCO, salah satu diantaranya Candi Borobudur di Jawa Tengah yang telah menjadi warisan budaya dunia. Di sekitar wilayah Candi Borobudur masih banyak terdapat cagar budaya dari berbagai latar budaya dan keagamaan. Menjadi kewajiban dan tanggung jawab bagi kita semua untuk menjaga, melestarikan, melindungi, dan memanfaatkan cagar budaya tersebut dengan segala aspeknya untuk kepentingan bangsa di masa sekarang maupun yang akan datang.

Untuk mendukung hal tersebut perlu diadakan sosialisasi dan penyebaran informasi kepada segenap lapisan masyarakat. Apalagi sekarang ini ditengarai/dikuatirkan merosotnya rasa nasionalisme dan kendurnya jati diri bangsa di kalangan generasi muda karena pengaruh arus globalisasi. Dari kegiatan ini diharapkan peserta akan mengenal dan mempunyai rasa mencintai terhadap cagar budaya sehingga tumbuh kesadaran untuk menjaga, memelihara, dan melindungi cagar budaya dari berbagai ancaman dan gangguan yang mungkin terjadi. Kedepannya diharapkan bisa terbentuk kader-kader di kalangan masyarakat dan menjadi jejaring dalam hal kelestarian cagar budaya.

Kegiatan sosialisasi pelestarian secara rutin dilaksanakan oleh Balai Konservasi Borobudur setiap tahunnya. Berikut kegiatan sosialisasi yang telah dilaksanakan oleh Balai Konservasi Borobudur dalam 10 tahun pelestarian Candi Borobudur.

1. Sosialisasi Pelestarian Cagar Budaya

a. Sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk guru, pelajar, dan Pramuka

1) Sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk anak TK

- a) Balai Konservasi Borobudur bekerjasama dengan komunitas *Night at the Museum* Yogyakarta menggelar sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk anak TK pada tanggal 24 - 25 Mei 2016. Kegiatan ini bertujuan untuk mengenalkan dan membangun kepedulian anak-anak sejak usia dini terhadap sejarah dan upaya pelestarian cagar budaya khususnya Candi Borobudur. Selain diisi dengan kegiatan menggambar dan membuat wayang kancil, anak-anak diajak untuk berkeliling di lorong 1 Candi Borobudur kemudian mendengarkan dongeng dari cerita relief Jataka. Relief Jataka yang berisikan pelajaran dan pesan moral disampaikan dengan ringan agar lebih mudah dipahami anak-anak. Pengenalan relief Jataka bertujuan agar anak-

anak dapat lebih memahami nilai moral yang terdapat pada relief Jataka dan dapat memberikan contoh yang baik untuk anak-anak. Setelah berkeliling, anak-anak diajak untuk bercerita atau membuat dongeng mereka sendiri dengan menggunakan media wayang dalam berbagai bentuk.

- b) Borobudur Mendongeng merupakan kegiatan sosialisasi yang diikuti oleh sekitar 120 anak dari tiga TK di sekitar Borobudur. Kegiatan ini sebagai upaya memperkuat karakter anak sejak usia dini. Borobudur Mendongeng diselenggarakan pada tanggal 31 Agustus 2017 di halaman Candi Borobudur dengan narasumber Bambang Bimo Suryono (pendongeng dari Yogyakarta) yang dengan jenaka membawakan cerita Jataka yang sarat akan pendidikan budi pekerti dan pesan moral. Diharapkan cerita dari relief Jataka tersebut dapat memberikan contoh yang baik untuk anak-anak dan menumbuhkan rasa cinta serta peduli terhadap Cagar Budaya.

2) Sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk anak SD

- a) Penyuluhan Peduli Borobudur dengan tema “Ayo Rawat Borobudur” yang dilaksanakan pada tanggal 16 Juni 2011 dalam rangka HUT purbakala ke-98 dan diikuti oleh pelajar dan guru pendamping tingkat SD di wilayah Kabupaten Magelang. Peserta diberi paparan materi mengenai perawatan Candi Borobudur dan kemudian diajak praktek lapangan di Candi Borobudur. Pelajar SD melakukan aksi bersih-bersih dengan memungut sampah yang ada di candi. Untuk lebih menyemarakkan kegiatan ini maka diadakan lomba menggambar dengan tema “Aku dan Candi Borobudur”.
- b) Sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk anak SD yang dilaksanakan pada tanggal 9 Juni 2015 merupakan salah satu bagian dari Gelar Cagar Budaya dalam rangka memperingati hari Purbakala ke-102.
- c) Sosialisasi pelestarian untuk anak SD yang bertemakan “Anak Adalah Bintang” dilaksanakan pada tanggal 19 Mei

2016. Dalam kegiatan ini anak-anak diajak berkeliling Studio Sejarah Restorasi Candi Borobudur untuk melihat berbagai aktivitas para pemugar di masa lalu dalam melakukan pemugaran Candi Borobudur. Selain itu anak-anak juga diajak ke di ruang audio visual untuk melihat film mengenai pemaknaan Candi Borobudur. Setelah mendapat berbagai penjelasan, anak-anak dibebaskan untuk berkreasi membuat cerita bergambar mengenai pelestarian cagar budaya. Mereka bekerja secara berkelompok untuk menentukan ide cerita yang kemudian disajikan dalam bentuk gambar bercerita. Setelah itu mereka harus mempresentasikan cerita yang mereka buat didepan seluruh peserta sosialisasi. Pendekatan dengan menggunakan imajinasi anak dalam upaya pelestarian cagar budaya diharapkan mampu menumbuhkan rasa memiliki dan mencintai sekaligus turut serta dalam pelestarian cagar budaya.

- d) Kegiatan edukasi untuk anak SD yang diselenggarakan pada tanggal 31 Agustus 2017 diikuti oleh 50 anak dari sepuluh sekolah dasar di sekitar Borobudur. Peserta diajak berkeliling di Studio Sejarah Restorasi Candi Borobudur dan membuat cerita bergambar bertemakan pelestarian cagar budaya.

3) Sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk pelajar tingkat SMP

- a) Penyuluhan Peduli Borobudur dengan tema “Ayo Rawat Borobudur” yang dilaksanakan pada tanggal 16 Juni 2011 dalam rangka HUT purbakala ke-98 dan diikuti oleh pelajar dan guru pendamping tingkat SMP di wilayah Kabupaten Magelang. Peserta diberi paparan materi mengenai perawatan Candi Borobudur dan kemudian diajak praktek lapangan di Candi Borobudur. Pelajar SMP melakukan pembersihan terhadap lumut-lumut yang menempel di permukaan batu candi. Untuk lebih menyemarakkan kegiatan ini maka diadakan lomba membuat slogan/yel-yel dengan tema Pelestarian Candi Borobudur.
- b) Penyuluhan Kepurbakalaan dengan tema ”Bermain ke

Borobudur Yook! Kenali dan Sayangi Candimu” yang dilaksanakan pada tanggal 27 November 2010 dengan melibatkan peserta sebanyak 40 orang yang terdiri dari pelajar dan guru pendamping SMP se-Kabupaten Magelang.

- c) Pada tahun 2013 Balai Konservasi Borobudur menyelenggarakan sosialisasi untuk pelajar tingkat SMP sebanyak 7 kali. Pelaksanaan kegiatan dengan mendatangi sekolah SMP di sekitar Borobudur. Sekolah yang didatangi diantaranya yaitu SMPN I Borobudur, MTSN Borobudur, SMPN I Kota Mungkid, MTSN Borobudur, SMP Muhammadiyah Borobudur, SMPN I Borobudur, dan SMPN II Borobudur. Total peserta sosialisasi sebanyak 1.918 orang.
- d) Sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk anak SMP yang dilaksanakan pada tanggal 10 Juni 2015 merupakan salah satu bagian dari Gelar Cagar Budaya dalam rangka memperingati Hari Purbakala ke-102.
- e) Tahun 2017 Balai Konservasi Borobudur kembali menyelenggarakan edukasi pelestarian untuk anak sekolah SMP yang dilaksanakan pada tanggal 29 Agustus. Kegiatan ini diikuti 100 anak yang berasal dari sepuluh SMP di sekitar Borobudur. Dalam sosialisasi ini anak-anak sekolah diajak mengenal aturan-aturan yang harus dipatuhi ketika berada di Candi Borobudur untuk kemudian mensosialisasikannya kepada para pengunjung candi. Peserta melakukan observasi lapangan kemudian menuangkannya dalam peta observasi kampanye pelestarian Candi Borobudur dan dipresentasikan. Mereka juga melakukan kampanye pelestarian Candi Borobudur dan membuat *jingle* pelestarian cagar budaya. Pendekatan dengan menggunakan imajinasi dan kreasi anak dalam upaya pelestarian cagar budaya diharapkan mampu menumbuhkan rasa memiliki dan mencintai sekaligus turut serta dalam pelestarian cagar budaya. Karena dari tangan-tangan generasi muda inilah estafet pelestarian cagar budaya akan dilanjutkan.

- f) Kegiatan Bina Nilai Budaya (pembentukan karakter bangsa) dilaksanakan dalam rangkaian kegiatan edukasi pelestarian cagar budaya. Kegiatan ini berupa pemutaran film Penyelamatan Dinasti Syailendra, pemaparan materi, dan sesi tanya jawab. Pelaksanaan kegiatan ini di tiga SMP yang berbeda yaitu SMP Muhammadiyah Borobudur (16 November 2017), SMPN 2 Sleman (12 Desember 2017), dan SMP Muhammadiyah Muntilan (14 Desember 2017). Jumlah peserta sebanyak 764 siswa.
- 4) Sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk pelajar tingkat SMA
 - a) Penyuluhan Peduli Borobudur dengan tema “Ayo Rawat Borobudur” yang dilaksanakan pada tanggal 16 Juni 2011 dalam rangka HUT purbakala ke-98 dan diikuti oleh pelajar dan guru pendamping tingkat SMA di wilayah Kabupaten Magelang. Peserta diberi paparan materi mengenai perawatan Candi Borobudur dan kemudian diajak praktek lapangan di Candi Borobudur. Pelajar SMA melakukan kampanye keliling candi dengan membawa poster peduli pelestarian cagar budaya dan memberikan himbauan kepada pengunjung agar tertib. Untuk lebih menyemarakkan kegiatan ini maka diadakan lomba pembuatan poster dengan tema Pelestarian Candi Borobudur.
 - b) Sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk anak SMA dilaksanakan pada tanggal 10 Juni 2015 dan merupakan salah satu bagian dari acara Gelar Cagar Budaya dalam rangka memperingati Hari Purbakala ke-102.
- 5) Sosialisasi pelestarian untuk mahasiswa

Borobudur Goes to Campus merupakan salah satu rangkaian kegiatan edukasi cagar budaya untuk pemuda dan Pramuka. Borobudur Goes to Campus dilaksanakan di Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tanggal 30 Oktober – 2 November 2017. Kegiatan ini selain bertujuan untuk mengenalkan konservasi cagar budaya dan membuka wawasan bagi para mahasiswa bahwa Candi

Borobudur sangat terbuka bagi segala jenis ilmu karena dalam upaya pelestariannya tidak hanya tergantung pada satu ilmu. Kajian dari berbagai sudut pandang ilmu termasuk ilmu-ilmu pasti sangat bermanfaat bagi upaya pelestarian cagar budaya. Rangkain acara dalam Borobudur Goes to Campus antara lain Bedah Film *Access 360° World Heritage Borobudur*, Bedah Buku *Konservasi Kayu*, Talkshow Konservasi Logam, dan Mini Exhibition Konservasi dan Ilmu Pasti.

6) Sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk guru perempuan tingkat sekolah dasar

Kegiatan sosialisasi pelestarian yang bertema "Tiada Henti Semaikan Rasa Cinta pada Negeri" dilaksanakan pada tanggal 24 April 2012 dengan peserta guru perempuan tingkat sekolah dasar di sekitar Borobudur sebanyak 25 peserta. Peserta diberikan materi mengenai pengenalan pusaka atau warisan dunia, pengantar pendidikan pusaka atau warisan dunia, kiat memperkenalkan dan membangkitkan rasa cinta budaya kepada anak didik, dan pendidikan pusaka untuk anak yang dilaksanakan bekerja sama dengan Badan Pelestarian Pusaka Indonesia (BPPI).

7) Sosialisasi pelestarian melalui pendidikan budaya untuk guru SD

Kegiatan sosialisasi ini dimaksudkan untuk melakukan inisiasi program pendidikan budaya untuk sekolah dasar di kawasan Borobudur serta untuk menyusun naskah buku seri pendidikan budaya. Sosialisasi ini bekerjasama dengan pembicara dari BPPI Yogyakarta. Kegiatan ini dilaksanakan sebanyak 4 kali pada bulan September, Oktober, dan November 2013 dengan jumlah peserta sebanyak 100 orang.

8) Sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk guru SMA

Sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk para guru mata pelajaran sejarah tingkat SMA di Kabupaten

Magelang diselenggarakan di Hotel Grand Artos Magelang pada tanggal 26 Mei 2014. Kegiatan sosialisasi ini diharapkan menjadi langkah awal untuk membenahi atau menyempurnakan pelajaran sejarah yang sudah ada di sekolah. Candi Borobudur sebagai Warisan Dunia harus dipahami oleh semua masyarakat dan pelajar agar bersama-sama bisa melestarikan dan memanfaatkan Candi Borobudur sesuai undang-undang yang berlaku. Kerjasama antara guru-guru sejarah dan Balai Konservasi Borobudur bisa menjadi awal pembentukan karakter para pelajar melalui kebudayaan.

9) Sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk Pramuka

a) Jelajah cagar budaya merupakan salah satu rangkaian dari kegiatan edukasi cagar budaya untuk pemuda dan Pramuka. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 15 Oktober 2017 dengan peserta Pramuka penegak sebanyak 30 orang. Peserta diberikan materi tentang cagar budaya dan praktek lapangan pemeliharaan Candi Borobudur.

b) Sosialisasi Saka Widya Budaya Bakti dilaksanakan pada tanggal 17 November 2017 dengan peserta anggota Pramuka penegak sebanyak 30 orang. Saka Widya Budaya Bakti merupakan wadah minat dan bakat bagi para anggota Pramuka penegak di bidang pendidikan dan kebudayaan. Saka Pariwisata telah terbentuk di Candi Borobudur, sehingga diharapkan kedepan juga terbentuk Saka Widya Budaya Bakti dengan anggota saka dapat turut serta dalam melestarikan budaya yang ada di sekitarnya.

b. Sosialisasi pelestarian untuk komunitas dan masyarakat

Balai Konservasi Borobudur melaksanakan sosialisasi pelestarian cagar budaya kepada masyarakat untuk memberikan pemahaman mengenai pentingnya menjaga kelestarian cagar budaya sebagai aset penting bagi kebudayaan bangsa Indonesia. Cagar budaya perlu dilestarikan dan dikelola secara tepat melalui upaya perlindungan, pengembangan, dan pemanfaatan dalam rangka memajukan kebudayaan nasional.

Dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya, telah diatur segala bentuk pelestarian cagar budaya dan lingkungannya. Namun masih banyak masyarakat yang belum mengetahui aturan undang-undang tersebut, sehingga banyak cagar budaya yang rusak dan tidak tertangani sebagaimana mestinya.

Terbitnya Peraturan Presiden RI No. 58 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Borobudur dan Sekitarnya berdampak pada perkembangan wilayah di sekitar Borobudur. Salah satu tujuan terbitnya Peraturan Presiden ini untuk mengendalikan perubahan tata guna lahan dan pembangunan yang tidak terkendali mengingat Candi Borobudur menjadi salah satu magnet pariwisata di Indonesia. Wilayah yang masuk dalam Kawasan Strategis Nasional (KSN) dan termasuk dalam Kawasan Cagar Budaya Borobudur terdapat aturan-aturan dalam upaya pemanfaatan ruang dan pengendalian pemanfaatan ruang di kawasan cagar budaya yang harus dipahami oleh masyarakat. Oleh karena itu Balai Konservasi Borobudur melaksanakan sosialisasi untuk memberikan pemahaman kepada masyarakat. Kegiatan sosialisasi untuk masyarakat ditujukan untuk perangkat desa, tokoh masyarakat, komunitas, dan instansi terkait. Berikut kegiatan sosialisasi yang sudah dilaksanakan dalam 10 tahun pelestarian Candi Borobudur:

- 1) Penyuluhan Kepurbakalaan dengan tema "Perlindungan Hukum terhadap Benda Cagar Budaya" yang dilaksanakan pada tanggal 17 Juni 2010 dan melibatkan peserta sebanyak 40 orang yang terdiri dari Kepala Desa, Kepala Dusun, Ketua Karang Taruna di Kecamatan Borobudur dan Mungkid, HPI, Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Magelang. Kegiatan ini merupakan salah satu rangkaian kegiatan dalam rangka memperingati Hari Purbakala yang ke-97.
- 2) Sosialisasi pelestarian mengenai dampak pemanfaatan Candi Borobudur dilaksanakan pada tahun 2009 dan diikuti oleh siswa dari sekolah lapangan Borobudur.
- 3) Sosialisasi pelestarian untuk Pramuwisata dan Fotografer

Kegiatan sosialisasi pelestarian untuk pramuwisata dan fotografer dilaksanakan pada tanggal 10 dan 11 Juni 2013 dengan peserta sebanyak 80 orang. Sosialisasi ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran akan pentingnya peran serta masyarakat sekitar Candi Borobudur dalam pelestarian Candi Borobudur. Peran para pelaku wisata termasuk pramuwisata, fotografer, dan pedagang asongan untuk menjaga kelestarian Cagar Budaya sangat penting. Diharapkan para fotografer juga menaati *Standard Operating Procedure* yang telah dibuat dengan mengambil gambar pengunjung di tempat yang telah ditentukan. Pramuwisata sebagai salah satu ujung tombak informasi kepada para wisatawan juga diharapkan memberikan informasi mengenai Candi Borobudur yang lebih mendukung kearah pelestarian Candi Borobudur.

Dengan terselenggaranya kegiatan sosialisasi ini diharapkan tercipta kerjasama antar berbagai pihak guna terciptanya ketertiban dan keamanan Candi Borobudur sebagai warisan dunia yang nyaman dikunjungi dan tetap terjaga kelestariannya.

3) Sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk pemuda

Sosialisasi untuk pemuda yang dilaksanakan pada tanggal 8 Juni 2015 ini merupakan salah satu bagian dari Gelar Cagar Budaya dalam rangka memperingati hari Purbakala ke 102 tahun.

4) Sosialisasi pelestarian cagar budaya di desa-desa sekitar Borobudur

a) Pada tahun 2014 Balai Konservasi Borobudur melaksanakan sosialisasi pelestarian cagar budaya di empat desa di sekitar Borobudur yaitu Desa wanurejo (1 April 2014), Desa Borobudur (28 April 2014), Kelurahan Mendut (2 Mei 2014), Ngrajek (21 Mei 2014), dan Pabelan

- (22 Mei 2014). Sosialisasi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mengenai pentingnya pelestarian cagar budaya dan penjabaran mengenai Kawasan Cagar Budaya Borobudur. Peran serta masyarakat sangat mutlak diperlukan dalam upaya pelestarian. Kegiatan sosialisasi di setiap desa dihadiri sekitar 50 peserta yang terdiri dari Perangkat Desa, Kepala Dusun, LPMD, BPD, Organisasi Kepemudaan, dan Tokoh Masyarakat.
- b) Pada tahun 2015 Balai Konservasi Borobudur melaksanakan sosialisasi pelestarian cagar budaya di lima desa di Kabupaten Magelang yaitu Desa Paremono (23 April 2015), Rambeanak (30 April 2015), Bojong (21 Mei 2015), Karanganyar (13 Agustus 2015), dan Tuksongo (20 Agustus 2015). Sosialisasi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mengenai pentingnya pelestarian Cagar Budaya dan penjabaran mengenai Kawasan Cagar Budaya Borobudur. Peran serta masyarakat sangat mutlak diperlukan dalam upaya pelestarian. Kegiatan sosialisasi di setiap desa dihadiri sekitar 50 peserta yang terdiri dari Perangkat Desa, Kepala Dusun, LPMD, BPD, Organisasi Kepemudaan, dan Tokoh Masyarakat.
- c) Pada tahun 2016 Balai Konservasi Borobudur melaksanakan sosialisasi pelestarian cagar budaya untuk masyarakat di lima desa yaitu di Desa Wringinputih (3 Maret 2016), Candirejo (17 Maret 2016), Tanjungsari (10 Maret 2016), Progowati (24 Maret 2016), dan Ringinanom (5 April 2016). Sosialisasi ini bertujuan untuk memberikan wawasan dan pemahaman kepada masyarakat mengenai Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya dan pentingnya pelestarian Cagar Budaya di Kawasan Strategis Nasional Borobudur dan Kawasan Cagar Budaya Borobudur. Sosialisasi ini dihadiri perangkat desa, kepala dusun, tokoh masyarakat, perwakilan dari PKK dan pemuda.

2. Sosialisasi Undang-Undang Cagar Budaya

Dalam upaya perlindungan, pemerintah mengeluarkan undang-undang yang baru mengenai cagar budaya, yaitu Undang-Undang No. 11 tahun 2010 tentang Cagar Budaya, untuk menggantikan undang-undang yang lama yaitu Undang-Undang No. 5 tahun 1992. Untuk mendukung hal tersebut maka perlu diadakan sosialisasi mengenai undang-undang yang baru ini. Dengan adanya pemahaman yang mendalam mengenai undang-undang tersebut, diharapkan masyarakat dapat berpartisipasi aktif dan mengerti tugas dan tanggung jawab, serta hak dan kewajiban mereka terkait dengan pelestarian cagar budaya di Indonesia.

Peserta sosialisasi dari semua elemen masyarakat baik dari kalangan pendidikan, masyarakat umum, dan juga dinas terkait. Diharapkan setelah mengikuti kegiatan tersebut para peserta dapat turut membantu menjadi corong sosialisasi upaya perlindungan cagar budaya di sekolah, instansi, maupun di lingkungan sekitar tempat tinggal mereka masing-masing. Sosialisasi mengajak masyarakat untuk ikut berpartisipasi membangun kesadaran akan cagar budaya dan sadar wisata dalam kehidupan bermasyarakat khususnya di wilayah Borobudur. Masyarakat yang sadar budaya dapat menghidupkan kebudayaan dan kesenian di Borobudur, mengembangkan wilayah pertanian untuk wisata *outbound* atau agrowisata sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Harapan ke depan akan terbentuk kader-kader di kalangan masyarakat, menjadi jejaring dalam hal kelestarian cagar budaya khususnya di wilayah sekitar mereka masing-masing.

- a. Sosialisasi Undang-Undang Cagar Budaya untuk pelajar dan guru
 - 1) Sosialisasi Undang-Undang Cagar Budaya untuk pelajar

dan guru SMA di wilayah Kabupaten Magelang dengan tema "Generasi Muda Peduli Cagar Budaya" dilaksanakan pada tanggal 13 Juni 2011 yang diikuti oleh guru dan pelajar SMA di wilayah Kabupaten Magelang. Untuk lebih memberikan variasi dalam penyampaian materi, kegiatan ini diisi dengan permainan dan perlombaan, seperti teka-teki silang mengenai cagar budaya dan mengidentifikasi secara langsung pelanggaran terhadap UU Cagar Budaya di Candi Borobudur. Dengan metode ini diharapkan peserta lebih bisa memahami materi dan isi UU No. 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya.

- 2) Sosialisasi Undang-Undang Cagar Budaya untuk pelajar dan guru pendamping tingkat SMP di wilayah Kabupaten Magelang dengan tema "Pelajar Peduli Cagar Budaya" dilaksanakan pada tanggal 28 Juni 2012. Peserta sebanyak 50 orang.
- b. Sosialisasi Undang-Undang Cagar Budaya komunitas, masyarakat, dan instansi
 - 1) Sosialisasi Undang-undang Cagar Budaya dilaksanakan pada tanggal 15 Desember 2011 dengan jumlah peserta 50 orang dari tokoh masyarakat dan LSM di wilayah Kabupaten Magelang.
 - 2) Sosialisasi Undang-undang Cagar Budaya yang bertema "Masyarakat Peduli Cagar Budaya" dilaksanakan pada tanggal 23 Mei 2012 dengan jumlah peserta 50 orang dari kelompok pemuda dan tokoh masyarakat di sekitar kawasan Borobudur serta perwakilan dinas terkait.
 - 3) Sosialisasi Undang-undang Cagar Budaya yang bertema "Masyarakat Peduli Cagar Budaya" dilaksanakan pada tanggal 7 Juni 2012 dengan jumlah peserta 81 orang perwakilan dari dinas terkait di Kabupaten Magelang.
 - 4) Sosialisasi Undang-undang Cagar Budaya yang bertema "Masyarakat Peduli Cagar Budaya" dilaksanakan pada

tanggal 21 Juni 2012 dengan jumlah peserta 50 orang dari ketua RT di sekitar Borobudur.

- 5) Sosialisasi Undang-undang Cagar Budaya yang bertema “Masyarakat Peduli Budaya” dilaksanakan pada tanggal 7 Desember 2017 dengan jumlah peserta 50 orang kepala dusun di sekitar wilayah Borobudur.

C. Kampanye Pelestarian Borobudur

1. Kampanye Peduli Pelestarian Cagar Budaya

Balai Konservasi Borobudur bekerjasama dengan Komunitas *Yogyakarta Night at the Museum* melaksanakan Kampanye Peduli Pelestarian Cagar Budaya. Kegiatan yang dilaksanakan di Candi Borobudur pada 10 April 2016 ini melibatkan anak-anak panti asuhan di Yogyakarta dan Komunitas Celengan Berbagi. Kegiatan Kampanye Peduli Pelestarian Cagar Budaya diawali kunjungan ke Studio Sejarah Restorasi Candi Borobudur, dimana rombongan mendapatkan penjelasan mengenai sejarah, koleksi artefak hingga peralatan-peralatan yang dahulu digunakan dalam pemugaran Candi Borobudur yang kedua. Selain itu peserta kampanye juga dijelaskan mengenai pentingnya melestarikan cagar budaya agar kelak masih bisa dinikmati oleh generasi yang akan datang.

Para peserta kampanye yang terbagi dalam beberapa kelompok diberi penjelasan dan arahan mengenai aksi kampanye peduli pelestarian cagar budaya. Mereka diharuskan membuat poster kampanye mengenai apa yang harus dilakukan untuk melestarikan Candi Borobudur dan apa yang tidak boleh dilakukan di Candi Borobudur. Mereka diberi kebebasan untuk mengkreasikan poster kampanye agar terlihat lebih menarik dan atraktif. Para peserta kampanye kemudian berkeliling Candi Borobudur untuk mensosialisasikan poster yang telah mereka buat kepada para pengunjung candi. Diharapkan dengan terselenggaranya kegiatan ini akan memunculkan bibit-bibit pelestari cagar budaya sekaligus menumbuhkan kesadaran kepada para pengunjung candi agar lebih menghargai dan ikut melestarikan cagar budaya.

2. Kampanye Cinta Borobudur

Dalam upaya untuk mengajak masyarakat ikut peduli dalam pelestarian cagar, Balai Konservasi Borobudur bekerja sama dengan Komunitas *Yogyakarta Night at The Museum* melakukan Kampanye Cinta Borobudur di titik nol Yogyakarta pada 27 Mei 2016. Kampanye dilakukan dengan orasi terbuka, pembagian pin dan stiker peduli cagar budaya, dan tanda tangan pada kain putih sebagai wujud dukungan terhadap upaya pelestarian cagar budaya. Diharapkan dengan kampanye ini mampu menumbuhkan kesadaran masyarakat untuk ikut serta dalam upaya pelestarian cagar budaya.

3. Parade Gebyar Seni Budaya dan Karnaval Seni dan Budaya Borobudur

Balai Konservasi Borobudur dalam dua tahun terakhir ini ikut serta menyemarakkan peringatan HUT Kemerdekaan Republik Indonesia. Pada tahun 2016 turut serta dalam Karnaval Seni dan Budaya Borobudur yang diselenggarakan oleh Kecamatan Borobudur. Karnaval ini diikuti peserta dari berbagai instansi pemerintah, sekolah, dan swasta di Kecamatan Borobudur. Pada tahun 2017 juga mengikuti Parade Gebyar Seni Budaya yang diselenggarakan oleh Pemerintah Kabupaten Magelang pada tanggal 18 Agustus 2017. Parade gebyar seni budaya ini diikuti banyak tim parade baik dari *stakeholder*, sanggar kesenian, sekolah, dan tim parade lain yang ada di Kabupaten Magelang. Kegiatan ini dijadikan ajang kampanye pelestarian cagar budaya kepada masyarakat umum. Sembari memainkan musik truntung, parade dari Balai Konservasi Borobudur mengajak seluruh masyarakat yang memiliki peran penting dalam upaya pelestarian cagar budaya untuk ikut berperan aktif dalam upaya pelestarian cagar budaya.

D. Gelar Cagar Budaya

1. Gelar Budaya

Pada tanggal 19 – 21 Juni 2013, Balai Konservasi Borobudur menyelenggarakan Gelar Budaya dalam rangka memperingati

100 tahun Lembaga Purbakala Indonesia. Rangkaian kegiatannya diisi dengan berbagai kegiatan untuk lebih mendekatkan dunia arkeologi kepada masyarakat seperti Seminar Seabad Purbakala Indonesia, lomba cerita bergambar tingkat SD, lomba cerdas cermat tingkat SMP, debat bahasa Inggris tingkat SMA, gelar kesenian tradisional, dan bazar pameran produk kerajinan yang kesemuanya bertemakan Cagar Budaya. Gelar kesenian tradisional diisi oleh beberapa komunitas seni tradisional di Kabupaten Magelang. Bazaar pameran produk kerajinan menampilkan berbagai produk kerajinan di sekitar Borobudur seperti batik, kerajinan tanah liat, makanan khas dan lain-lain.

2. Borobudur Fair 2014

Dalam rangka memperingati 200 tahun penemuan kembali Candi Borobudur, Balai Konservasi Borobudur menyelenggarakan Gelar Cagar Budaya yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat untuk ikut serta melestarikan cagar budaya khususnya Candi Borobudur. Gelar cagar budaya kali ini mengambil tajuk “Borobudur Fair 2014” yang meliputi kegiatan peluncuran dan bedah buku “200 Tahun Penemuan Candi Borobudur”, pentas seni yang menampilkan berbagai macam kesenian yang berasal dari desa sekitar Candi Borobudur dan bazaar hasil karya kreatifitas masyarakat Borobudur. Borobudur Fair 2014 berlangsung selama 3 hari dari tanggal 9 – 11 Desember 2014 yang diikuti puluhan kelompok seni dan industri ekonomi kreatif dari sekitar Candi Borobudur. Keterlibatan masyarakat dalam upaya pelestarian Candi Borobudur memegang peranan yang sangat penting karena tanpa dukungan masyarakat yang sadar dan peduli akan cagar budaya maka kelestarian Candi Borobudur tidak akan tercapai. Masyarakat telah menggelar beberapa kegiatan seni budaya dan ekonomi kreatif yang terinspirasi oleh Candi Borobudur seperti kesenian tradisional, batik, dan kuliner khas, yang ternyata baik langsung maupun secara tidak langsung telah berperan serta dalam upaya pelestarian Candi Borobudur.

3. Borobudur Fair 2016

Dalam rangka memperingati 25 Tahun Candi Borobudur sebagai warisan dunia yang jatuh pada 13 Desember 2016, Balai Konservasi Borobudur menyelenggarakan kegiatan Borobudur Fair 2016 yang bertajuk “25 Tahun Candi Borobudur sebagai

Warisan Dunia, Tebarkan Manfaat untuk Masyarakat”. Rangkaian kegiatan ini diselenggarakan pada tanggal 13 – 16 November 2016 dengan lokasi di depan *maingate* Taman Wisata Candi Borobudur.

Kegiatan ini menjadi sarana kolaborasi antara masyarakat yang tergabung dalam komunitas seni, desa wisata, HPI dengan pengelola Candi Borobudur untuk membangun kebersamaan dalam mewujudkan pelestarian Candi Borobudur. Rangkaian kegiatan dalam Borobudur Fair terdiri dari beberapa agenda acara yaitu Borobudur Go Green, Borobudur Menginspirasi Seni, Relief dan Pemandu, Pameran dan Bazaar Produk Desa Wisata Borobudur, dan Parade Seni dari kelompok kesenian sekitar Candi Borobudur.

Kegiatan Borobudur Menginspirasi Seni dilaksanakan di halaman Candi Borobudur dan diikuti oleh puluhan seniman (pelukis dan *sketcher*) yang akan melukis atau membuat sketsa dengan obyek Candi Borobudur. Kegiatan Relief dan Pemandu merupakan fasilitasi belajar relief untuk pemandu non HPI yang berkeinginan untuk lebih mendalami tentang relief Candi Borobudur. Selain itu juga digelar pameran dan bazaar produk desa wisata Borobudur yang menampilkan potensi, profil, dan produk desa wisata di sekitar Candi Borobudur. Produk dan potensi desa wisata ditawarkan kepada wisatawan agar kedepan kunjungan tidak hanya terkonsentrasi di Candi Borobudur saja. Untuk memeriahkan kegiatan ini juga dilaksanakan parade seni dari kelompok kesenian sekitar Candi Borobudur.

Selain untuk memperingati 25 Tahun Candi Borobudur sebagai Warisan Dunia, Borobudur Fair digelar dengan tujuan untuk memberikan sarana kepada komunitas pecinta seni dan komunitas desa wisata serta pengrajin di sekitar Borobudur untuk berkreasi dan mendorong upaya memajukan kawasan sekitar Borobudur serta menyebarkan pengunjung sebagai salah satu upaya pelestarian Candi Borobudur. Kegiatan tersebut juga diharapkan dapat memberi manfaat dengan terbangunnya sinergi antara komunitas, masyarakat, stakeholder, dan pengelola candi, sehingga terwujud pelestarian Candi Borobudur dan kawasannya yang berbasis pada masyarakat.

E. Penghijauan Borobudur (Borobudur Hijau)

Kegiatan penghijauan yang dilaksanakan Balai Konservasi Borobudur bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kelestarian lingkungan Candi Borobudur dan sekitarnya. Sasaran dari kegiatan ini adalah pelajar, pramuka, pemuda, seniman, LSM, instansi pemerintahan, swasta, masyarakat umum, dan *stakeholder*. Beberapa kegiatan penghijauan yang sudah dilaksanakan Balai Konservasi Borobudur dalam 10 tahun pelestarian yaitu:

1. Kegiatan “*Preserving Our Heritage, Borobudur*” yang dilaksanakan pada tanggal 17 Februari 2011 merupakan kegiatan penanaman pohon untuk pemulihan lingkungan di sekitar Candi Borobudur pasca letusan Gunung Merapi tahun 2010. Revitalisasi lingkungan yang salah satunya melalui penanaman pohon harus dilakukan secara bertahap untuk menghijaukan kembali lingkungan Candi Borobudur. Agenda dalam kegiatan ini adalah pelepasan burung dan penanaman pohon yang dilakukan oleh berbagai kalangan. Secara keseluruhan jumlah pohon yang ditanam sebanyak 340 bibit pohon, sedangkan burung yang dilepas sejumlah 100 ekor. Tempat penanaman pohon di halaman dan lereng Candi Borobudur, sedangkan pelepasan burung dilaksanakan di halaman Candi Borobudur. Penanaman pohon dan pelepasan burung dilaksanakan serentak oleh Perwakilan Direktur Jenderal Sejarah dan Purbakala, Perwakilan Direktur Peninggalan Purbakala, Direktur UNESCO Office Jakarta, Perwakilan Bupati Kabupaten Magelang, Direktur Utama PT. Taman Wisata Candi Borobudur, Prambanan, dan Ratu Boko, Chairman Friends of Borobudur, Kedutaan Besar Austria, Kedutaan Besar Selandia Baru, Kedutaan Besar Jerman, PT. Freeport, dan perwakilan masyarakat.
2. Balai Konservasi Borobudur pada tanggal 22 Juni 2016 melaksanakan kegiatan penanaman pohon langka di lingkungan Candi Borobudur sebagai salah satu upaya peningkatan pelestarian lingkungan. Pohon yang ditanam merupakan sumbangan dari komunitas Fu Qing Yogyakarta. Beberapa pohon yang ditanam antara lain

pohon bodhi, malwo, dan duwet putih yang ditanam di halaman Gunadharma dan lingkungan kantor Balai Konservasi Borobudur.

3. Dalam rangka memperingati 25 Tahun Candi Borobudur sebagai warisan dunia yang jatuh pada 13 Desember 2016, Balai Konservasi Borobudur menyelenggarakan kegiatan Borobudur Fair 2016 yang bertajuk “25 Tahun Candi Borobudur sebagai Warisan Dunia, Tebarkan Manfaat untuk Masyarakat”. Salah satu rangkaian dari kegiatan Borobudur Fair ini adalah Borobudur Go Green yang dilaksanakan dalam upaya meningkatkan kelestarian Candi Borobudur termasuk kawasan sekitarnya. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 13 Desember 2016 dengan melakukan penanaman ratusan pohon langka di Zona 1 dan 2 Candi Borobudur. Penanaman secara simbolis dilaksanakan di Lapangan Gunadharma oleh perwakilan dari instansi terkait, pelajar, seniman, pengrajin, dan masyarakat umum.
4. Penghijauan dalam rangka kegiatan Edukasi Pelestarian untuk Peningkatan Karakter Bangsa dilaksanakan pada tanggal 18 November 2017. Kegiatan penanaman pohon dilaksanakan di lapangan Gunadharma Zona 1 Candi Borobudur dengan melibatkan 100 anggota pramuka penegak dan tamu undangan. Jumlah bibit tanaman yang ditanam sebanyak 72 buah.

F. Aksi Bersih Candi Borobudur oleh Berbagai Komunitas dan Masyarakat

1. Pembersihan Abu Vulkanik Akibat Letusan Gunung Merapi
Erupsi besar Gunung Merapi yang terjadi pada tanggal 26 Oktober 2010 dan 4 - 5 November 2010 mengakibatkan Candi Borobudur terselimuti abu vulkanik setebal 1 – 3 cm. Hal ini membuat Balai Konservasi Borobudur melaksanakan kegiatan tanggap darurat Candi Borobudur untuk segera membersihkan abu vulkanik agar tidak terjadi kerusakan pada batuan candi. Dalam pelaksanaan kegiatan tanggap darurat ini, Balai Konservasi Borobudur membuka kesempatan kepada masyarakat luas untuk turut serta dalam pembersihan Candi Borobudur. Kesempatan ini ternyata mendapat tanggapan yang luar biasa dari masyarakat terbukti dengan banyaknya relawan yang dengan sukarela datang untuk berpartisipasi membantu pembersihan abu vulkanik. Para

relawan ini berasal dari berbagai elemen masyarakat, lembaga swadaya masyarakat, instansi pemerintah, dan swasta. Mereka menganggap bahwa kelestarian Candi Borobudur bukan hanya menjadi tanggung jawab pemerintah semata namun juga menjadi tanggung jawab bersama semua elemen masyarakat. Diharapkan dari kegiatan ini akan timbul kepedulian masyarakat untuk melestarikan Candi Borobudur dan cagar budaya lainnya.

Sebelum para relawan ini melakukan kegiatan pembersihan, mereka diberi pengarahan terkait hal-hal yang harus diperhatikan dengan proses pembersihan candi agar nantinya dalam pelaksanaan pembersihan tidak terjadi kesalahan yang justru dapat merusak batu candi. Para relawan yang tercatat berpartisipasi dalam kegiatan tanggap darurat ini diantaranya adalah Jurusan Arkeologi UGM, UNESCO, Pondok Pesantren Miftahurrohman Majaksingi, IIRC, Jurusan Arkeologi UI, Kodim Magelang, Kelompok Kesenian Satrio Mudho, Warung Info Jagad Cleguk, Kelompok Hikmah Buddhi, Fotografer KOPARI, HPI Magelang, Hotel Amanjiwo, Paguyuban Pedagang Asongan Candi Borobudur, PATRIA, Marinir TNI, Bimas Buddha Kementerian Agama, PT Taman Wisata Candi Borobudur, Jurusan Pariwisata UGM, Angkasa Pura I, Muncul Group, Diparda DIY, Jalin Merapi, Insan Pariwisata DIY, PHRI Yogyakarta, CV Kawan Lama Jakarta, Asita Yogyakarta, LEPEK, dan KLASER.

2. Pembersihan Abu Vulkanik Akibat Letusan Gunung Kelud

Gunung Kelud yang terletak di perbatasan Kediri-Blitar Jawa Timur meletus pada tanggal 13 Februari 2014 dengan melontarkan material vulkanik dan hujan abu yang menerpa hingga menutupi hampir seluruh Pulau Jawa termasuk wilayah Jawa Tengah dan Yogyakarta yang berjarak lebih dari 200 km dari Gunung Kelud. Erupsi ini mengakibatkan Candi Borobudur terselimuti abu vulkanik. Hal ini membuat Balai Konservasi Borobudur melaksanakan kegiatan tanggap darurat Candi Borobudur untuk segera membersihkan abu vulkanik agar tidak terjadi kerusakan pada batuan candi. Dalam pelaksanaan kegiatan tanggap darurat ini, Balai Konservasi Borobudur membuka kesempatan kepada masyarakat luas untuk turut serta dalam pembersihan Candi

Borobudur sama seperti waktu terjadi erupsi Gunung Merapi tahun 2010.

Ratusan relawan yang berasal dari berbagai instansi baik pemerintah maupun swasta dan juga masyarakat turut serta dalam membersihkan Candi Borobudur dari abu vulkanik Gunung Kelud. Para relawan berasal dari jajaran TNI, Koperasi Pariwisata Borobudur, Himpunan Pramuwisata Indonesia (HPI) Kabupaten Magelang, relawan internasional, dan karyawan Hotel Atria Magelang serta masyarakat umum. Kegiatan yang dikoordinasi Balai Konservasi Borobudur ini mulai melakukan pembersihan abu baik di halaman candi maupun di atas candi. Pembersihan di atas candi dimulai dengan membuka selimut penutup stupa dan lantai yang sudah terpasang sejak 4 hari yang lalu. Beberapa relawan juga melakukan pembersihan kering dengan membersihkan batu candi dari abu vulkanik dan mengumpulkannya. Dalam pembersihan kering ini para relawan dihimbau tidak menggunakan peralatan yang berbahan logam karena dapat merusak batu candi. Selain pembersihan di Candi Borobudur para relawan juga melakukan pembersihan di Candi Mendut dan Candi Pawon. Setelah pembersihan kering selanjutnya dilakukan pembersihan basah dengan cara menyemprotkan air untuk membersihkan batu candi.

3. Aksi Bersih Candi Borobudur oleh *bikers*

Para *bikers* yang tergabung dalam Komunitas Harley Davidson mengikuti aksi bersih Candi Borobudur yang diprakarsai *Kiehl's* bekerja sama dengan Balai Konservasi Borobudur dan UNESCO pada tanggal 1 Agustus 2015. Kegiatan yang bertemakan “Heritage Campaign” ini untuk mengkampanyekan kepedulian terhadap warisan budaya di Indonesia. Aksi bersih candi diikuti oleh sekitar 30 orang. Mereka membersihkan lumut pada dinding candi menggunakan alat-alat non logam seperti sikat, sapu lidi, dan serok yang telah disiapkan petugas Balai Konservasi Borobudur. Melalui kegiatan bersih-bersih ini diharapkan mampu meningkatkan kesadaran dan kepedulian masyarakat terhadap pelestarian cagar budaya.

4. Aksi Bersih Candi Borobudur oleh Young Guardian Club (YGC) bersama dengan PRISMA (Ekstrakurikuler Jurnalistik SMA Negeri 1 Salaman)

Kegiatan ini merupakan salah satu bentuk kerelawanan untuk meningkatkan kepedulian para pemuda dalam melestarikan cagar budaya. Kegiatan yang dilaksanakan pada tanggal 4 April 2016 ini diikuti oleh 15 anggota YGC, 20 anggota PRISMA, dan beberapa orang dari GREAT of Yogyakarta. Kegiatan aksi bersih candi yang dilakukan adalah pembersihan lumut dan sampah. Pembersihan menggunakan peralatan sederhana seperti sapu lidi, ember dan serok.

5. Kelas Heritage “Merawat Borobudur”

Balai Konservasi Borobudur bekerja sama dengan Komunitas Yogyakarta Night at The Museum menyelenggarakan kegiatan puncak “Aksi Untuk Borobudur” berupa Kelas Heritage yang bertemakan “Merawat Borobudur”. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 29 Mei 2016. Peserta kelas heritage berasal dari berbagai wilayah di Jawa Tengah dan Yogyakarta bahkan sebagian berasal dari China, Afganistan, India, dan Afrika yang sedang menyelesaikan studi di Indonesia.

Kelas Heritage merupakan salah satu kegiatan berupa pengenalan situs cagar budaya dengan langsung berkunjung ke situsnya untuk mempelajari sejarah beserta upaya-upaya pelestariannya. Salah satu materi khusus dalam kegiatan ini adalah aksi bersih candi dimana setiap peserta melakukan pembersihan mikroorganisme menggunakan peralatan sederhana seperti sapu lidi, sikat ijuk, serok, dan ember.

6. Gerakan Budaya Bersih dan Senyum di Candi Borobudur

Kegiatan Gerakan Budaya Bersih dan Senyum yang dilaksanakan pada tanggal 24 September 2016 merupakan kerjasama dari Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan, Kemenko Maritim, dan Pemerintah Kabupaten Magelang sebagai aksi simpatik Revolusi Mental guna mendukung Candi Borobudur sebagai salah satu 10 destinasi wisata utama nasional.

Gerakan Budaya Bersih dan Senyum ini diikuti oleh 200 siswa dan siswi SMP dan SMA di sekitar Candi Borobudur. Aksi yang dilakukan yaitu membersihkan organisme di batu candi, mengumpulkan sampah di candi, dan mengecat pagar rantai

Candi Borobudur. Kegiatan dalam rangka sosialisasi Revolusi Mental dan Menjaga Lingkungan Tetap Asri tersebut diharapkan dapat memberikan contoh kepada pengunjung agar turut berperan serta menjaga kelestarian Candi Borobudur.

7. Aksi Bersih TNI di Borobudur

Dalam rangka kegiatan Karya Bhakti satuan Yonarmed 11/1/2 Kostrad pada tanggal 2 November 2016, Tentara Nasional Indonesia melaksanakan aksi bersih di lingkungan Candi Borobudur. Mereka melakukan aksi bersih dengan membersihkan sampah dan merapikan rumput di halaman dan saluran drainase Zona I Candi Borobudur dengan arahan petugas Balai Konservasi Borobudur.

8. Aksi Bersih Candi Borobudur oleh *International Indonesia Work Camp* (IIWC)

Balai Konservasi Borobudur bekerja sama dengan *International Indonesia Work Camp* (IIWC) menyelenggarakan *work camp* di Candi Borobudur. Kegiatan dilaksanakan dengan aksi bersih-bersih Candi Borobudur pada tanggal 16 Agustus 2017. Para peserta yang didampingi petugas Balai Konservasi Borobudur diberi arahan bagaimana cara membersihkan candi yang benar agar tidak merusak batu candi. Selain menjaga kebersihan di area candi Borobudur, para peserta juga diajarkan untuk memiliki jiwa sosial yang tinggi dengan menjaga dan mencintai warisan budaya dunia. Kegiatan ini menjadi salah satu upaya membangun kesadaran masyarakat untuk ikut peduli terhadap kelestarian cagar budaya. Peserta kegiatan ini berasal dari berbagai negara antara lain Indonesia, Ceko, Malaysia, Jepang, China.

G. Simulasi Siaga Bencana

Keletakan Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon yang dikelilingi gugusan pegunungan dan perbukitan menjadikan kawasan ini rawan terhadap bencana erupsi atau letusan gunungapi yang berdampak pada pelestarian. Selain rawan bencana letusan gunungapi, kawasan Borobudur juga rawan terhadap gempa bumi

mengingat letaknya yang berada di jalur sesar dan patahan yang sangat berpotensi menimbulkan gempa tektonik. Berdasarkan kondisi di atas Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon berada pada posisi rawan bencana sehingga dalam pelestariannya tidak hanya menjaga kelestarian fisik bangunan tetapi juga harus memperhatikan keselamatan jiwa mengingat saat ini candi dikelola dan dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan yang melibatkan banyak aktivitas manusia di dalamnya.

Bukti arkeologis sudah memberikan gambaran pada kita mengenai bahaya Gunungapi Merapi melalui beberapa kompleks percandian yang tertutup endapan vulkanik Merapi, diantaranya Candi Sambisari, Candi Kedulan, Candi Kimpulan, Candi Losari, dll. Gunung inilah yang diindikasikan sebagai penyebab perpindahan pusat kerajaan Mataram Kuna periode Jawa Tengahan pada abad X M ke Jawa Timur. Selain itu, bencana erupsi gunungapi Merapi pada tahun 2010 memberikan pelajaran kepada kita bahwa sewaktu-waktu dapat terjadi erupsi yang berakibat permukaan candi tertutup abu dan material vulkanik dari gunungapi Merapi.

Berdasarkan kondisi yang disampaikan di atas maka pelestarian Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon termasuk di dalamnya adalah manajemen bencana. Manajemen bencana merupakan hal yang harus diperhatikan karena tidak hanya menyangkut keselamatan jiwa, tetapi juga kelestarian cagar budaya. Hal ini dikarenakan posisi candi yang rawan bencana. Walaupun belum dapat dipastikan kapan bencana tersebut mengancam, sebagai situs warisan dunia, diperlukan adanya simulasi penanganan pada saat terjadi bencana.

Kegiatan simulasi siaga bencana merupakan bagian dari kegiatan pelestarian yang bermaksud untuk mempertahankan *state of preservation* sebagai warisan budaya dunia yang telah ditetapkan oleh UNESCO. Kegiatan simulasi ini dilaksanakan dengan tujuan untuk melatih kesiapsiagaan petugas, masyarakat, dan semua elemen yang ada di sekitar candi yang berperan langsung dalam melakukan evakuasi dan tanggap darurat seandainya benar-benar terjadi suatu bencana. Simulasi siaga bencana melibatkan

berbagai pihak termasuk didalamnya pengelola situs (Balai Konservasi Borobudur, PT Taman Wisata Candi Borobudur), instansi pemerintah (BNPB, Pusat Studi Bencana UGM, Pemda Kabupaten Magelang, BPBD Kabupaten Magelang, Dinas Kesehatan Kabupaten Magelang, Polres Kabupaten Magelang, Puskesmas Kec. Borobudur, Badan Kesatuan Bangsa, Politik, Perlindungan Masyarakat Kabupaten Magelang, Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Magelang, Dinas Pekerjaan Umum dan Energi Sumber Daya Mineral Kabupaten Magelang, Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Magelang, TNI, POLRI, PMI Kabupaten Magelang, Kecamatan Borobudur, Desa Borobudur, Desa Wanurejo, Kelurahan Mendut), instansi swasta, LSM, masyarakat, dan pengunjung candi.

Pada pelaksanaan simulasi siaga bencana, diskenariokan bahwa kawasan Borobudur mengalami bencana gempa bumi dan mengakibatkan terjadi kerusakan pada bangunan candi serta adanya korban pada wisatawan yang sedang mengunjungi candi. Aktivitas simulasi yang dilakukan terdiri dari tanggap darurat dan evakuasi pada bangunan candi. Skenario simulasi disusun dengan memperhitungkan keadaan sebenarnya di lapangan apabila benar-benar terjadi gempa bumi. Sumberdaya manusia yang terlibat, peralatan, sarana dan prasarana dibuat seperti apa adanya. Simulasi dilakukan untuk memetakan kebutuhan ketika terjadi bencana sehingga bisa meminimalisir korban dari pengunjung candi dan mengamankan Candi Borobudur. Selain itu penanganan yang tepat dan cepat akan lebih memudahkan proses pemulihan candi agar segera bisa dimanfaatkan kembali. Pelaksanaan penanganan bencana di Candi Borobudur dapat menerapkan SOP yang telah dibuat.

Kegiatan simulasi bencana yang pernah dilaksanakan oleh Balai Konservasi Borobudur dalam 10 tahun pelestarian Candi Borobudur adalah:

a. Simulasi Siaga Bencana Candi Borobudur

Simulasi Siaga Bencana Candi Borobudur ini dilaksanakan untuk mengantisipasi kejadian gempa bumi dan erupsi gunungapi. Kegiatan Simulasi Siaga Bencana di Candi Borobudur sudah dilaksanakan sebanyak tiga kali yaitu pada tanggal 8 Februari 2013, 13 Juni 2014, dan 7 Oktober 2016.

Simulasi yang dilaksanakan pada tanggal 8 Februari 2013 merupakan simulasi tanggap bencana di Candi Borobudur atas ancaman abu vulkanik dari erupsi Gunung Merapi. Skenario dalam simulasi ini adalah evakuasi terhadap wisatawan yang sedang berkunjung di Candi Borobudur, pemasangan cover stupa candi, dan penyelamatan kerusakan bangunan candi. Peserta yang ikut dalam simulasi ini berjumlah sekitar 350 orang.

Simulasi yang dilaksanakan pada tanggal 13 Juni 2014 merupakan simulasi penanggulangan bencana gempa bumi di Candi Borobudur.

Simulasi yang dilaksanakan pada tanggal 7 Oktober 2016 merupakan simulasi tanggap atas ancaman abu vulkanik dari erupsi Gunung Merapi dan gempa bumi. Kegiatan simulasi ini melibatkan sekitar 200 orang peserta dari berbagai elemen.

b. Simulasi Siaga Bencana Candi Mendut

Simulasi Siaga Bencana Candi Mendut dilaksanakan untuk mengantisipasi kejadian gempa bumi. Kegiatan ini dilaksanakan selama dua hari pada tanggal 31 Oktober – 1 November 2013. Penjelasan kepada peserta mengenai simulasi dan pembagian tugas dilakukan pada tanggal 30 Oktober 2013 di kantor Balai Konservasi Borobudur. Pelaksanaan simulasi pada tanggal 1 November 2013 di Candi Mendut.

Simulasi yang kedua dilaksanakan pada tanggal 29 Maret 2014. Simulasi yang dilakukan difokuskan pada penanganan abu vulkanik yang beberapa tahun terakhir melanda situs-situs cagar budaya di kompleks Borobudur. Simulasi kali ini dilakukan dengan menutup Candi Mendut menggunakan bahan yang sama dengan penutup stupa dan lantai di Candi Borobudur dan penutup Candi Pawon yang didatangkan dari Jerman. Uji coba pemasangan ini akan dijadikan tolak ukur kebutuhan dalam pembagian tugas pemasangan penutup candi jika sewaktu-waktu terjadi hujan abu vulkanik.

c. Simulasi Siaga Bencana Candi Pawon

Simulasi Siaga Bencana Candi Pawon dilaksanakan untuk

mengantisipasi kejadian gempa bumi. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 21 November 2014.

H. Forum Komunitas

1. Borobudur Youth Forum (BYF)

a) Borobudur Youth Forum (BYF) 2015

Dalam rangka memperingati hari purbakala ke-102 yang jatuh pada tanggal 14 Juni 2015, Balai Konservasi Borobudur menggelar beberapa kegiatan dalam tajuk Gelar Cagar Budaya 2015. Salah satu kegiatan yang digelar adalah Borobudur Youth Forum (BYF) 2015 yang digelar selama 4 hari dari tanggal 5 – 8 Juni 2015.

BYF 2015 merupakan kegiatan yang didesain sebagai sebuah ruang kreatif bersama bagi pemuda yang mempunyai komitmen kuat dalam melestarikan warisan budaya. Kegiatan ini sebagai wadah untuk belajar dan berbagi inspirasi satu sama lain secara seajar.

BYF 2015 mengambil tema “Youth: Inspire and Be Inspired”, yang bertujuan untuk mendorong pemuda untuk menjadi agen perubahan dalam gerakan pelestarian warisan budaya melalui pelibatan nyata sehari-hari. BYF 2015 menjadi sebuah forum, dari dan untuk pemuda, menuju wadah partisipasi aktif dalam pelestarian warisan budaya di kehidupan nyata di Indonesia. BYF 2015 merupakan kerjasama antara BK Borobudur, UNESCO Office Jakarta, dan IIWC.

b) Borobudur Youth Forum (BYF) 2016

Dalam rangka memperingati Hari Sumpah Pemuda dan 25 tahun Candi Borobudur sebagai Warisan Dunia, pada tanggal 27 – 31 Oktober 2016 Balai Konservasi Borobudur menyelenggarakan Borobudur Youth Forum 2016. Kegiatan ini bertujuan untuk menjaring komunitas atau pemuda pecinta sejarah dan cagar budaya untuk dapat dijadikan corong-corong pelestarian melalui komunitas mereka. Borobudur Youth Forum merupakan forum untuk mewadahi para pemuda dan komunitas yang memiliki kepedulian terhadap pelestarian Cagar Budaya. Rangkaian kegiatannya meliputi pembekalan materi mengenai

pelestarian cagar budaya, deklarasi pemuda untuk pelestarian cagar budaya, kampanye pelestarian cagar budaya, sharing komunitas, dan ekskursi ke beberapa situs cagar budaya di Jawa Tengah dan Yogyakarta. Kegiatan ini diikuti 70 peserta yang berasal dari pemuda dan perwakilan komunitas sejarah pelestari Cagar Budaya yang ada di Indonesia.

2. Young Guardian Club (YGC) bersama dengan PRISMA (Ekstrakurikuler Jurnalistik SMA Negeri 1 Salaman)

Kegiatan ini merupakan salah satu bentuk kerelawanan untuk meningkatkan kepedulian para pemuda dalam melestarikan cagar budaya. Kegiatan yang dilaksanakan pada tanggal 4 April 2016 ini diikuti oleh 15 anggota YGC, 20 anggota PRISMA, dan beberapa orang dari GREAT of Yogyakarta. Kegiatan *volunteering* ini melakukan kampanye kepedulian yang diawali dengan pembuatan poster sebagai *media campaign* di lobi kantor Balai Konservasi Borobudur yang kemudian dilanjutkan dengan berkeliling di sekitar candi untuk berkampanye kepada pengunjung tentang pentingnya pelestarian cagar budaya.

3. Forum Komunitas Borobudur

Kegiatan ini dilaksanakan dalam rangka memperingati 25 Tahun Candi Borobudur sebagai Warisan Dunia. Kegiatan ini bertujuan untuk menjangkau komunitas yang peduli terhadap pelestarian cagar budaya untuk berkreasi membuat media untuk kampanye pelestarian berupa *feature* pendek atau tayangan video mengenai pelestarian Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon. Forum ini sebagai salah satu wadah dalam menyebarkan informasi pelestarian Cagar Budaya bersama Komunitas Pelestari Cagar Budaya. Kegiatan ini diikuti oleh 30 peserta berbagai komunitas di Jawa Tengah, Yogyakarta, dan Jawa Barat yang berlangsung pada tanggal 28-30 November 2016. Tema yang diambil dalam kegiatan ini “Dengungkan pada Dunia dengan 25 Tahun Candi Borobudur sebagai Warisan Dunia, Lestari Bersama Agar 1000 Tahun Lebih Usia”.

4. Borobudur dalam Foto dan Gambar

Kegiatan Borobudur dalam foto dan gambar dilaksanakan pada tanggal 26 Februari 2017 dan 30 Maret 2017 bekerjasama dengan komunitas *Java Through the Art*. Peserta terdiri dari 50 *sketchers*, 50 fotografer, dan 50 pelukis. Kegiatan ini berupa lomba sketsa, foto, dan lukis yang hasilnya dapat digunakan sebagai media untuk mengenalkan seniman dan masyarakat dengan upaya pelestarian Candi Borobudur dan cagar budaya lainnya. Tujuan kegiatan ini adalah memberikan sarana bagi komunitas seniman untuk berkreatifitas dan berperan serta dalam pelestarian melalui karya seninya.

I. Kegiatan Komunitas yang difasilitasi oleh Balai Konservasi Borobudur

1. Pendampingan Kegiatan Komunitas *Yogyakarta Night at The Museum*

Komunitas *Yogyakarta Night at The Museum* mengadakan kegiatan yang berjudul Kelas Heritage dengan mengambil tema “Merawat Borobudur” pada bulan Mei 2016. Kegiatan ini berupa pengenalan situs cagar budaya Candi Borobudur dengan mempelajari sejarah dan upaya-upaya pelestariannya. Peserta berkesempatan melakukan praktek langsung membersihkan batu candi. Pembersihan yang dilakukan adalah pembersihan mikroorganisme dengan pembersihan mekanis kering menggunakan alat seperti sapu lidi, sikat ijuk, serok, dan ember. Simulasi pembersihan ini dipandu dan diawasi langsung oleh staf Kelompok Kerja Pemeliharaan Balai Konservasi Borobudur.

2. Pendampingan Kegiatan Rawat Ruwat Borobudur

Rawat Ruwat merupakan acara tahunan yang digelar sejak tahun 2003 dan sudah dilaksanakan sebanyak 14 kali sampai tahun 2017. Kegiatan ini digagas oleh Sucoro dari Warung Info Jagad Cleguk. Makna

ruwatan sebagai upaya memperkuat kesadaran diri setiap pihak untuk melestarikan Candi Borobudur dan mengembalikan keharmonisan Borobudur dengan lingkungan sekitarnya. Selain untuk membersihkan “polusi” yang terjadi pada Borobudur juga memaksimalkan potensi budaya lokal yang berada di sekitarnya. Borobudur tak lagi hanya milik Indonesia atau umat Buddha, tetapi juga milik dunia. Namun menurut Sucoro, justru inilah yang menjadi akar “polusi” terhadap Borobudur, sehingga ia berinisiatif mendirikan Warung Info Jagad Cleguk dan menginisiasi festival tahunan Ruwat Rawat Borobudur. Keberadaan Candi Borobudur mengintegrasikan dan merefleksikan gagasan filosofis, ajaran agama, motif-motif artistik, arkeologi, dan elemen-elemen kultural serta teknologi yang berguna dan masih relevan bagi masyarakat hingga saat ini. Sehingga Borobudur tidak dipandang sebagai benda mati yang tak mampu berbuat apa-apa. Sebaliknya dia adalah magnet yang mampu menggerakkan setiap sendi kehidupan masyarakat. Ruwat Rawat Borobudur merupakan wujud komitmen bersama masyarakat untuk ikut serta melestarikan warisan budaya dunia Borobudur. Balai Konservasi Borobudur sebagai instansi yang bertugas melaksanakan pelestarian Candi Borobudur mendukung dan memfasilitasi kegiatan yang dilaksanakan di halaman Candi Borobudur ini.

Agenda kegiatan yang antara lain berupa Pementasan Kesenian Rakyat, Safari Budaya ke Sejumlah Desa di Kawasan Candi Borobudur, Seminar Budaya dan Pariwisata, Lokakarya Seni Tradisi, Pementasan Sendratari Kidung Karmawibangga, dan Kirab Budaya. Kirab Budaya merupakan puncak acara Ruwat Rawat Borobudur. Tahun 2017 tercatat sekitar 127 grup peserta kirab. Jumlah ini meningkat dari tahun sebelumnya yang melibatkan 116 grup. Ruwat rawat digelar bekerja sama dengan berbagai pihak terkait, termasuk kelompok-kelompok masyarakat petani di desa-desa dan kawasan gunung di Kabupaten Magelang yang selama ini sebagai pelestari kesenian tradisional desa masing-masing. Kirab Budaya dimulai dari halaman kantor TIC (Tourism Information Center) menuju halaman Candi Borobudur. Peserta kirab mengenakan pakaian tarian tradisional. Rombongan kirab terdiri dari beberapa grup kesenian tradisional seperti tarian Soreng, Kuda Lumping, Jathilan, Kubro Siswo, Topeng Irang, Lengger, dan Sendratari Kidung Karmawibangga. Rombongan kirab ini juga mengusung gunungan yang berisi hasil pertanian di

daerah Borobudur. Setelah rombongan kirab ini sampai di Candi Borobudur, sejumlah orang yang mengenakan pakaian adat Jawa akan berjalan paling depan untuk memimpin mengelilingi candi sambil membawa sapu. Ritual ini sebagai simbol menyingkirkan kotoran yang menempel di batuan candi.

J. Pemberdayaan Masyarakat

Balai Konservasi Borobudur melaksanakan beberapa program pelestarian Candi Borobudur, dengan memberdayakan masyarakat di sekitar Borobudur, mengingat tanggung jawab pelestarian Candi Borobudur bukan hanya oleh Balai Konservasi Borobudur saja akan tetapi juga menjadi tanggung jawab bersama termasuk masyarakat. Kegiatan pemberdayaan masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan peran serta masyarakat di sekitar Kompleks Candi Borobudur dalam pelestarian cagar budaya.

Pemberdayaan ini berlangsung dari bulan Juni – Desember 2016 dengan melibatkan sekitar 35 orang tenaga lokal dan bulan April – Desember 2017 melibatkan sekitar 9 orang tenaga lokal. Mereka diberi tugas untuk membantu upaya-upaya pelestarian Candi Borobudur dan Candi Mendut termasuk lingkungan di sekitarnya. Sebelum bekerja, tenaga lokal dikumpulkan terlebih dahulu untuk diberi pengarahan dan pembekalan materi tentang cara pemeliharaan terhadap benda cagar budaya Candi Borobudur dan Candi Mendut.

Kegiatan pemberdayaan masyarakat ini dibagi menjadi tiga kegiatan, yaitu:

1. Pembersihan Mikroorganisme pada Candi Borobudur

Kegiatan yang dilakukan adalah membersihkan mikroorganisme pada batu Candi Borobudur. Pembersihan dilakukan secara kering dengan menggunakan sapu lidi, sikat ijuk, dan penampung.

2. Perawatan Lingkungan Zona I Candi Borobudur

Kegiatan yang dilakukan adalah merawat dan menata lingkungan pada zona I Candi Borobudur. Perawatan dengan menata, memotong rumput/dahan, peremajaan tumbuhan, dan pemupukan tanaman pada lingkungan zona I Candi Borobudur.

3. Penataan Vegetasi Lingkungan Zona I Candi Mendut

Kegiatan yang dilakukan adalah memelihara Candi Mendut dan menata lingkungan pada zona I Candi Mendut. Pemeliharaan Candi Mendut dengan membersihkan mikroorganisme dan tumbuhan tingkat tinggi pada monumen Candi Mendut. Penataan lingkungan dengan menata, memotong rumput/ dahan, peremajaan tumbuhan, dan pemupukan tanaman pada lingkungan zona I Candi Borobudur.

Dari rincian kegiatan di atas dapat diperoleh gambaran bahwa selama 10 tahun pelestarian, Balai Konservasi Borobudur sebagai institusi dibidang pelestarian cagar budaya telah banyak melaksanakan kegiatan pelestarian dengan melibatkan komunitas dan masyarakat dari berbagai elemen. Seluruh kegiatan yang telah dilaksanakan Balai Konservasi Borobudur dengan melibatkan masyarakat bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan peran serta masyarakat akan pentingnya cagar budaya di sekitar mereka. Diharapkan komunitas dan masyarakat memahami akan pentingnya pelestarian cagar budaya dan berinisiatif untuk ikut berpartisipasi dalam berbagai hal yang mendukung keberlangsungan pelestarian cagar budaya.

Keterlibatan masyarakat dalam upaya pelestarian cagar budaya khususnya Candi Borobudur memegang peranan yang sangat penting karena tanpa dukungan masyarakat yang sadar dan peduli akan cagar budaya maka kelestarian Candi Borobudur tidak akan tercapai. Hal penting yang tidak boleh dilupakan bahwa pelestarian cagar budaya merupakan tanggung jawab bersama bukan hanya pemerintah tetapi juga menjadi tanggung jawab masyarakat.

Semoga apa yang telah dilaksanakan oleh Balai Konservasi Borobudur dalam berbagai kegiatan dengan melibatkan masyarakat bisa meningkatkan kesadaran semua elemen masyarakat akan pentingnya pelestarian cagar budaya. Selain untuk menjaga kelestarian cagar budaya sampai ke generasi yang akan datang, pelestarian cagar budaya diharapkan bisa memberikan dampak dan manfaat yang besar terhadap kesejahteraan dan kehidupan masyarakat di sekitarnya.

KAWASAN BOROBUDUR SEBAGAI KAWASAN PRIORITAS PEMBANGUNAN BERBASIS BUDAYA

I. Pendahuluan

Kompleks Candi Borobudur, atau yang lebih dikenal dengan Kawasan Borobudur terdiri dari Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon, ditetapkan sebagai Warisan Budaya Dunia oleh UNESCO pada tahun 1991 dengan Nomor C592. Penetapan sebagai warisan dunia tidak hanya ketiga bangunan candi tersebut tetapi juga termasuk kawasannya. Luas wilayah kawasan yang masuk dalam warisan budaya dunia mengacu pada luas wilayah yang terdapat pada Masterplan JICA tahun 1979. Dalam masterplan tersebut, Kawasan Borobudur terbagi menjadi 5 zonasi yang meliputi :

1. Zona I. Zona ini merupakan zona Inti (*Sanctuary area*), dengan luas areal sekitar 0,078 km². Zona tersebut secara khusus diperuntukkan untuk perlindungan monumen dan lingkungannya. Di dalam zona ini, tidak diperkenankan mendirikan bangunan dan fasilitas baru yang bertentangan dengan prinsip pelestarian. Fasilitas yang ada hanya berupa pos keamanan dan pemeliharaan, penerangan listrik, pagar, sistem drainase yang semuanya untuk tujuan perlindungan dan pelestarian bangunan Candi Borobudur.
2. Zona II. Zona ini merupakan zona taman wisata arkeologi, untuk menyediakan fasilitas taman dan perlindungan lingkungan sejarah dengan luas areal 0,87 km². Pada zona ini dapat diberi fasilitas baru namun harus dibatasi jumlahnya, diawasi bentuk arsitekturnya dan keserasian lingkungannya. Semuanya tidak bertentangan dengan upaya pelestarian dan menimbulkan pencemaran aspek arkeologi. Fasilitas yang ada misalnya museum, tempat parkir, toilet, tempat

ibadah, warung cinderamata, dan loket karcis.

3. Zona III. Zona ini merupakan zona pengembangan (*development zone*) dengan luas sekitar 10 km². Zona tersebut merupakan kawasan pemukiman terbatas, daerah pertanian, jalur hijau, dan fasilitas khusus yang dibuat dalam rangka menunjang kelestarian candi.
4. Zona IV. Zona ini merupakan zona perlindungan kawasan bersejarah (*historical scenery preservation zone*) dengan luas areal sekitar 26 km².
5. Zona V. Zona ini merupakan zona perlindungan kawasan bersejarah dengan luas areal sekitar 78,5 km², yang diperlukan dalam rangka penanggulangan kerusakan terhadap peninggalan-peninggalan purbakala yang masih terpendam dalam tanah.

Kompleks Candi Borobudur termasuk kawasannya sebagai warisan dunia juga di monitoring oleh UNESCO. Pada tahun 2006 kompleks Borobudur mendapat catatan dari UNESCO dalam bentuk *Reactive Monitoring*.

II. Regulasi di Kawasan Borobudur

Salah satu catatan yang diberikan UNESCO pada *Reactive Monitoring* tahun 2006 adalah mengenai perkembangan pembangunan di Kawasan Borobudur. Hal ini menjadi perhatian bersama para *stakeholders* yang mengelola Candi Borobudur. Berbagai langkah dan strategi dilakukan untuk mengembalikan status Kawasan Borobudur sebagai Warisan Budaya Dunia yang terpelihara nilai universalnya.

Salah satu langkah yang dilakukan adalah dengan membuat regulasi hukum pada Kawasan Borobudur. Langkah ditindaklanjuti dengan memasukan Warisan Dunia Candi Borobudur sebagai Kawasan Strategis Nasional. Hal ini sesuai amanat Pasal 1 Angka 28 Undang-undang

Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang yang menyatakan bahwa Kawasan Strategis Nasional adalah wilayah yang penataan ruangnya diprioritaskan karena mempunyai pengaruh sangat penting secara nasional terhadap kedaulatan negara, pertahanan dan keamanan negara, ekonomi, sosial, budaya, dan/atau lingkungan, termasuk wilayah yang telah ditetapkan sebagai warisan dunia. Secara otomatis, berdasarkan peraturan perundang-undangan tersebut, baik cagar budaya maupun cagar alam yang berstatus sebagai Warisan Dunia adalah juga merupakan Kawasan Strategis Nasional sehingga segala bentuk pemanfaatan maupun pengendalian ruangnya berdasarkan perundangan tata ruang yang ada di Indonesia.

Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional merupakan peraturan pelaksanaan dari Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang dan telah mengalami perubahan menjadi Peraturan Pemerintah Nomor 13 Tahun 2017 tentang Perubahan Atas Peraturan Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional. Perubahan ini dilaksanakan karena terjadi perubahan kebijakan nasional dan dinamika pembangunan nasional yang telah mempengaruhi penataan ruang wilayah nasional sehingga menuntut adanya peninjauan kembali terhadap rencana tata ruang wilayah nasional yang telah diatur dalam PP sebelumnya.

Dalam peraturan pemerintah tersebut, dilaksanakan pula penyesuaian terkait pengertian Kawasan Cagar Budaya berdasarkan Undang-undang Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya dimana kawasan cagar budaya termasuk dalam salah satu Kawasan Lindung Nasional. Hal ini dipertegas pula dengan Peraturan Presiden Nomor 58 Tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Strategis Nasional Borobudur dan sekitarnya (selanjutnya disebut Perpres KSN Borobudur) yang secara spesifik memberikan pengaturan dalam hal pengendalian pemanfaatan ruang di Kawasan Borobudur dan sekitarnya

ya. Selain ditetapkan sebagai Kawasan Strategis Nasional Borobudur, juga ditetapkan sebagai Kawasan Cagar Budaya Peringkat Nasional berdasarkan Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 286/M/2014 tentang Satuan Ruang Geografis Borobudur sebagai Kawasan Cagar Budaya Peringkat Nasional.

Selain hal diatas, Kawasan Borobudur juga ditetapkan sebagai salah satu Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2011 tentang Rencana Induk Pengembangan Pariwisata. Peraturan pemerintah ini mengatur dan menetapkan kawasan-kawasan strategis pariwisata tingkat nasional, terdiri dari 88 (delapan puluh delapan) kawasan diantaranya KSPN Borobudur dan sekitarnya. Melalui PP KSPN ini pula, percepatan pembangunan pariwisata di Kawasan Borobudur sangat digalakkan dalam rangka mewujudkan dan meningkatkan kunjungan wisatawan pada tahun 2019.

III. Kawasan Borobudur Sebagai Kawasan Prioritas Pembangunan

Dalam perkembangannya dewasa ini, Kawasan Candi Borobudur merupakan salah satu dari sepuluh destinasi pariwisata yang diprioritaskan pembangunannya dan ditetapkan pada awal tahun 2017 sehingga kementerian terkait *berbondong-bondong* untuk melaksanakan program kerja guna mendukung pembangunan di bidang pariwisata, infrastruktur maupun fasilitas umum di Kawasan Borobudur. Koordinasi lintas sektoral dan kementerian bersama pemerintah daerah sangat diperlukan guna mewujudkan program kerja yang selaras dengan budaya yang diusung dalam rangka pelestarian Kawasan Borobudur.

Dalam upaya mengembangkan kawasan Borobudur sebagai salah satu destinasi utama pariwisata di Indonesia, pemerintah memandang perlu membentuk sebuah Badan yang akan mengelola kawasan tersebut. Pada bulan April 2017 telah diundangkan Peraturan Presiden

Nomor 46 Tahun 2017 tentang Badan Otorita Pengelola Kawasan Pariwisata Borobudur yang mana dalam Pasal 2 menyatakan mengenai cakupan Kawasan Pariwisata Borobudur meliputi :

1. *Kawasan Destinasi Pariwisata Nasional Borobudur – Yogyakarta dan sekitarnya, Destinasi Pariwisata Nasional Solo – Sangiran dan sekitarnya, Destinasi Pariwisata Nasional Semarang – Kariunjawa dan sekitarnya sebagaimana tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2011 tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Nasional Tahun 2010 – 2025.*
2. *Kawasan Borobudur sebagaimana diatur dalam Peraturan Presiden Nomor 58 Tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Borobudur dan Sekitarnya.*
3. *Kawasan seluas paling sedikit 300 (tiga ratus) hektar di luar Kawasan Borobudur yang merupakan kawasan hutan terletak di Kabupaten Purworejo dan dikelola oleh Perum Perhutani, paling banyak seluas 50 (lima puluh) hektar diberikan pengelolaannya kepada Badan Otorita Borobudur sesuai ketentuan perundang-undangan yang berlaku.*

Perkembangan infrastruktur maupun fasilitas umum dan jaringan jalan di Kawasan Borobudur tidak dapat dihindari dalam rangka pemajuan Kawasan Borobudur sebagai Kawasan Pariwisata Nasional dan destinasi prioritas pariwisata Indonesia, namun hal tersebut harus pula sejalan dengan pengaturan pengendalian dan pemanfaatan ruang yang diatur dalam Perpres KSN Borobudur.

Kondisi yang ada saat ini, terdapat beberapa pemanfaatan ruang yang tidak sesuai dengan Perpres KSN Borobudur, misalnya pembangunan bangunan permanen di atas sawah bekas danau purba yang dalam pengaturannya pemanfaatannya adalah tidak diperbolehkan terdapat bangunan permanen di atasnya. Selain itu, di sepanjang jalan

Koridor Palbapang telah banyak muncul bangunan-bangunan baru yang mengubah fungsi persawahan yang ada. Pembangunan ini pun dilaksanakan tanpa ada Ijin Mendirikan Bangunan di atasnya. Hal ini berdasarkan hasil monitoring kawasan tim monitoring Balai Konservasi Borobudur.



Hotel di sawah purba Desa Borobudur

Perkembangan bangunan dan perubahan fungsi lahan yang tidak sesuai amanat Perpres KSN Borobudur menjadi satu bentuk kekhawatiran mengingat 10 (sepuluh) tahun yang lalu Kawasan Borobudur mendapat “teguran” dari UNESCO dikarenakan pembangunan yang di luar kendali dan berdampak pada lansekap Kawasan Borobudur. Perlu pengawasan yang lebih ketat dengan aturan regulasi yang bisa memberikan efek jera sehingga ke depan perubahan lahan yang tidak sesuai dapat diminimalkan. Jika hal ini dilakukan maka dapat memberikan dampak yang baik bagi kawasan sehingga diharapkan UNESCO tidak memberikan catatan negatif kaitannya dengan pengelolaan Kawasan Borobudur.



BTS di sekitar Candi Borobudur tampak dekat,
2017



BTS yang tampak dari atas Candi Borobudur, 2007



Foto lansekap Candi Borobudur dan sekitarnya tahun 2017,
terlihat kumpulan BTS dalam lingkaran merah

Pembangunan sarana prasarana infrastruktur diatas merupakan isu yang memang hangat di masyarakat sehingga kesimpangsiuran informasi yang ada menimbulkan gejolak dan antusiasme terkait peningkatan investasi di Kawasan Borobudur. Terlebih adanya rencana pembangunan di segala bidang di Kawasan Borobudur ke depannya, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Pembangunan terminal dan relokasi pedagang Candi Borobudur

Pedagang yang saat ini berada di Zona II Candi Borobudur, akan dilaksanakan pemindahan ke salah satu lokasi, yang salah satu alternatifnya di Lapangan Kujon. Pemindahan ini akan disertai pula dengan kemudahan akses pengunjung menuju ke sana. Lapangan Kujon merupakan lahan pemerintah Desa Borobudur yang pembangunan sarana prasarana juga bekerjasama dengan PT. Taman Wisata Candi Borobudur, Candi Prambanan, dan Ratu Boko dalam rangka penyebaran pengunjung agar tidak hanya bertumpu di kunjungan ke candinya saja. Selain Lapangan Kujon, juga terdapat alternatif lokasi lain yang harus dilakukan kajian terlebih dahulu.

2. Penataan RTBL Candi Pawon

Candi Pawon yang merupakan satu kesatuan Kawasan Borobudur juga terdapat rancang bangun yang diwujudkan dalam konsep RTBL Candi Pawon dengan visi mewujudkan Kawasan Candi Pawon sebagai kawasan wisata berbasis cagar budaya dengan karakter permukiman pedesaan. Hal ini dalam rangka mewujudkan tata ruang kawasan yang berkualitas dalam rangka menjamin terciptanya pelestarian Kawasan Borobudur sebagai Kawasan Cagar Budaya Nasional dan Warisan Budaya Dunia serta terwujudnya KSPN Borobudur dan sekitarnya sebagai destinasi *the World Cultural Masterpiece* berkelas dunia dan berkelanjutan. Konsep RTBL ini pun masih berupa perencanaan yang terdiri dari pengaturan pemanfaatan ruang terhadap tata bangunan, aksesibilitas kawasan, sistem ruang terbuka dan ruang terbuka hijau, serta tata kualitas lingkungan.

3. Penataan RTBL Candi Mendut

Konsep RTBL Candi Mendut memiliki visi menjadikan Kawasan Wisata Saujana yang menyatu dengan Borobudur dan mengedepankan potensi masyarakat setempat dalam meningkatkan sosial ekonomi. Konsep RTBL Candi Mendut ini terdiri dari Revitalisasi Kawasan Candi Mendut, Revitalisasi Sekitar Kawasan Mendut, DED Pelestarian Jalan Utama, Pembuatan Taman Kuliner dan Parkir, Pembuatan Gerbang, Rafting/arum jeram, dan Jalan Lingkar. Perencanaan yang diusung dalam RTBL ini dilaksanakan dalam rangka menjaga pelestarian Candi Mendut, mengurangi dampak polusi dan kebisingan yang dapat mengancam struktur Candi Mendut.

4. Pembangunan akses jalan tol yang direncanakan melewati area Sub Kawasan Pelestarian I Kawasan Borobudur

Menjadi perbincangan yang hangat mengenai rencana pembangunan jalan tol yang menghubungkan Bawen dan Borobudur dan membelah jalan yang berada dalam Sub Pelestarian Kawasan I yaitu diantaranya menembus jalan Desa Ngrajek, Desa Borobudur, dan Desa Wanurejo. Dalam pelaksanaannya kedepan, diharapkan pembangunan jalan tol ini tidak melanggar Perpres KSN yang dapat mengancam kelestarian Kawasan Borobudur.

Berbagai permasalahan yang ada terkait pengendalian dan pemanfaatan ruang di Kawasan Borobudur lebih kepada implementasi pengaturan dan indikasi program kerja yang tercantum dalam Perpres KSN, terlebih dengan penepatan Borobudur sebagai KSPN dan 10 destinasi pariwisata nasional. Permasalahan tersebut diantaranya adalah :

1. Masih belum ditetapkannya perubahan Peraturan Daerah Kabupaten Magelang Nomor 5 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Magelang Tahun 2010 – 2030

Draft perubahan perda ini sudah disusun namun belum dilaksanakan pengesahan. Perubahan ini dilaksanakan dalam rangka penyesuaian dengan Perpres KSN dan mengakomodir perubahan fungsi lahan dengan tetap memperhatikan kebijakan pengaturan tata ruang wilayah nasional dan daerah.

2. Implementasi Perpres KSN belum dilaksanakan secara maksimal

Penegakan aturan pengendalian pemanfaatan ruang di Kawasan Borobudur belum dilaksanakan secara maksimal, terdapat perubahan alih fungsi lahan yang dibangun tanpa izin pemerintah daerah Kabupaten Magelang dan menyalahi aturan tata bangunan yang tercantum dalam Perpres KSN.

3. Belum adanya rencana induk pelestarian Kawasan Borobudur

Dalam rangka menindaklanjuti pembentukan Perpres KSN, akan dilaksanakan penyusunan rencana induk pelestarian Kawasan Borobudur yang terdiri dari Rencana Induk Pelestarian Cagar Budaya, Rencana Induk Infrastruktur, Rencana Induk Pertanian, Rencana Induk Pariwisata, namun sampai saat ini rencana penyusunan rencana induk tersebut belum terlaksana.

4. Masih minimnya perhatian terhadap situs – situs di Kawasan Borobudur

Kegiatan pembangunan yang dilaksanakan di Kawasan Borobudur sampai saat ini belum menyentuh situs-situs yang berada dalam kawasan, terkait aksestabilitas maupun pengamanan situs.

Untuk menindaklanjuti permasalahan yang ada, dapat diambil langkah-langkah sebagai berikut:

1. Penetapan peraturan perubahan Peraturan Daerah Kabupaten Magelang Nomor 5 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Magelang Tahun 2010 – 2030.

Dalam salah satu isi draft dinyatakan adanya perubahan status lahan di sekitaran Candi Mendut dalam rangka mendukung RTBL Candi Mendut. Alangkah baiknya jika aturan perubahan ini segera ditetapkan sehingga dapat segera diimplementasikan agar perubahan-perubahan fungsi lahan yang terjadi tidak menyalahi aturan yang ada.

2. Koordinasi lintas instansi dalam rangka implementasi Perpres KSN

Penegakan hukum Perpres KSN tidak bisa hanya dilaksanakan oleh satu instansi saja, perlu adanya koordinasi dan sinkronisasi program kerja antar instansi di Kabupaten Magelang baik instansi pemerintah daerah maupun UPT Kebudayaan yang berada di Kabupaten Magelang. Salah satu kegiatan bersama diantaranya adalah monitoring kawasan dengan melibatkan Balai Konservasi Borobudur, Dinas ATR dan BPN Kab. Magelang, Bappeda Kab. Magelang, BPMPT Kab, Magelang, maupun dinas terkait lainnya.

3. Segera dilaksanakan penyusunan rencana induk pelestarian Kawasan Borobudur

Telah banyak jasa konsultan perencanaan tata ruang wilayah di Kabupaten Magelang, namun Kabupaten Magelang sendiri belum memiliki perencana *masterplan*. Perlu dilaksanakan pembagian kewenangan dalam penyusunan rencana induk pelestarian Kawasan Borobudur sesuai tugas pokok dan fungsi masing-masing instansi.

4. Perlu dilaksanakan kajian pelestarian situs di Kawasan Borobudur

Kajian pelestarian situs ini sangat diperlukan dalam rangka pengamanan dan penyelamatan situs dan temuan potensi cagar budaya karena dikhawatirkan dalam rangka pembangunan pariwisata di Kawasan Borobudur dapat merusak situs-situs yang ada.

VISITOR MANAGEMENT CANDI

BOROBUDUR

A. Kondisi Eksisting Kawasan Candi Borobudur

Situs Candi Borobudur terletak pada bentang alam berupa dataran berbukit di Cekungan Kedu. Di sebelah timurnya terdapat Gunung Merapi dan Gunung Merbabu, di sebelah barat menjulang Gunung Sumbing dan Gunung Sindoro, dan di sebelah selatan membentang perbukitan Menoreh. Tidak jauh dari Candi Borobudur terdapat dua sungai yang mengalir dari arah utara ke selatan yaitu Sungai Progo dan Sungai Elo, yang keduanya bertemu di Desa Progowati. Di kawasan tersebut banyak ditemukan bangunan peninggalan dari Kerajaan Mataram Kuno, di antaranya Candi Mendut, Candi Pawon, Candi Ngawen, dan Candi Borobudur itu sendiri. Secara astronomis situs Candi Borobudur terletak pada $7^{\circ} 36' 28''$ LS dan $110^{\circ} 12' 13''$ BT. Secara administratif Candi Borobudur terletak di Desa Borobudur, Kecamatan Borobudur, Kabupaten Magelang dan Provinsi Jawa Tengah.

Candi Borobudur didirikan di atas bukit yang telah dimodifikasi, dengan ketinggian 265 dpl. Bentuk bangunan berdenah bujur sangkar ukuran panjang 121,66 meter dan lebar 121,38 meter, dengan tinggi 35,40 meter. Bangunan candi terbuat dari batu andesit dengan volume seluruhnya sekitar 55.000 meter kubik (kira-kira 2.000.000 potong batu). Susunan bangunan berbentuk piramida berundak 10 lantai dengan satu stupa induk di puncaknya. Lantai 1-7 berdenah persegi, sedangkan lantai 8-10 berdenah lingkaran. Pada bangunan candi terdapat 504 arca yang tersebar dari lantai 3-10 dan 73 stupa pada 3 lantai teratas. (Balai Konservasi Borobudur, 2012:4-5).

Pembagian vertikal secara filosofis meliputi tingkat *Kamadhatu*, *Rupadhatu*, dan *Arupadhatu*. Makna pembagian tersebut sebagai lambang alam semesta, oleh karena hal tersebut Candi Borobudur mengandung maksud yang amat mulia. Maksud ini diamanatkan melalui relief-relief ceritanya. Candi Borobudur mempunyai 1.460 panil relief cerita yang tersusun dalam 11 deretan mengitari bangunan candi dan relief dekoratif berupa relief hias sejumlah 1.212 panil. Relief cerita pada tingkat *Kamadhatu* (kaki candi) mewakili dunia manusia menggambarkan perilaku manusia yang masih terikat oleh nafsu duniawi. Hal ini terlihat pada dinding kaki candi yang asli terpahatkan 160 panil relief *Karmawibhangga* yang menggambarkan hukum sebab akibat. Tingkat *Rupadhatu* (badan candi) mewakili dunia antara, menggambarkan perilaku manusia yang sudah mulai meninggalkan keinginan duniawi, akan tetapi masih terikat oleh suatu pengertian dunia nyata. Pada tingkatan ini dipahatkan 1.300 panil yang terdiri dari relief *Lalitavistara*, *Jataka*, *Avadana*, dan *Gandawyuha* (Balai Konservasi Borobudur, 2012: 6-7).

Untuk membaca atau mempelajari pahatan relief pada dinding dan pagar langkan candi ini dilakukan dengan cara *pradaksina*, yaitu masuk melalui sisi timur untuk memulai ritual melingkari bangunan suci ini searah jarum jam. Ritual dimulai dari halaman candi sampai ke lantai teratas. Monumen Candi Borobudur dibangun sebagai tempat suci agama Buddha sekaligus berfungsi sebagai tempat ziarah dan berkontemplasi untuk menuntun umat manusia menuju pencerahan dan kebajikan (Tanudirjo, 2008).

Candi Borobudur mengalami berkali-kali usaha penyelamatan baik skala kecil maupun pemugaran. Pemugaran pertama dilakukan oleh Theodore van Erp, pada tahun 1907-1911. Namun bahaya kehancuran tetap mengancamnya, baik akibat dari faktor alam, beban bangunan itu sendiri maupun tangan-tangan manusia. Pemugaran secara besar-besaran dengan melibatkan pemerintah dan lembaga internasional (UNESCO) pada tahun 1973 dan berakhir sepuluh tahun kemudian, yai-

tu pada tahun 1983. Candi Borobudur, karya agung nenek moyang pada masa Dinasti Syailendra di abad VIII tersebut, berdiri dengan megah dan menjadi warisan kebanggaan generasi penerus, sekaligus menjadi salah satu warisan budaya dunia.

Salah satu upaya untuk melindungi dan menjaga kelestarian kawasan Candi Borobudur pascapemugaran adalah dengan menerapkan sistem zonasi atau pemintakatan seperti yang dirancang dalam masterplan JICA 1979, yang menetapkan zona pelestarian Kawasan Candi Borobudur sebagai berikut:

- a. Zona I. Area inti (*Sanctuary*), untuk perlindungan monumen dan lingkungan arkeologis seluas 44,8 ha;
- b. Zona II. Zona taman wisata arkeologi, untuk menyediakan fasilitas taman dan perlindungan lingkungan seluas 87,1 ha;
- c. Zona III. Area penggunaan tanah dengan aturan khusus, untuk mengontrol pengembangan daerah di sekitar taman wisata seluas 10,1 km²;
- d. Zona IV. Zona perlindungan daerah bersejarah, untuk perawatan dan pencegahan kerusakan daerah sejarah seluas 26 km²;
- e. Zona V. Zona taman arkeologi nasional, untuk survei arkeologi pada daerah yang luas dan pencegahan kerusakan monumen yang masih terpendam seluas 78,5 km².

B. Situs Candi Borobudur Sebagai Objek Wisata

Semenjak diresmikannya pada tanggal 23 Februari 1983, Candi Borobudur dibuka kembali untuk para wisatawan dari dalam maupun luar negeri menjadi Taman Arkeologi Nasional. Tahun 1991 Candi Borobudur bersama Candi Mendut dan Candi Pawon dimasukkan dalam Daftar Warisan Budaya Dunia yang merupakan implementasi dari Konvensi Pelindungan Warisan Dunia yang disepakati dalam sidang UNE-

SCO ke-17 di Paris dan diratifikasi oleh Pemerintah Indonesia dengan Keppres nomor 26 Tahun 1989. Ketiga candi tersebut terdaftar sebagai Warisan Budaya Dunia No. 592 dengan sebutan *Borobudur Temple Compounds*.

Peningkatan jumlah pengunjung membawa dampak kurang baik bagi upaya pelestarian warisan budaya tersebut. Oleh sebab itu perlu dibuat wilayah peredam yang dapat menghambat pengunjung agar tidak naik bersama-sama ke candi, yaitu dengan membuat taman wisata di lingkungan candi. Melalui keberadaan taman wisata tersebut diharapkan pengunjung akan tersebar ke berbagai penjuru taman. Tersebar nya pengunjung akan mengurangi beban yang ditanggung oleh bangunan (Tanudirjo, 1993-1994).

Candi Borobudur merupakan salah satu ikon pariwisata di Indonesia. Dari tahun ke tahun kunjungan wisatawan ke Candi Borobudur semakin bertambah jumlahnya, bahkan dalam empat tahun terakhir sampai menembus angka 3.000.000 pengunjung.

Grafik umlah Pengunjung Candi Borobudur tahun 1993 - 2014

Sumber: PT. Taman Wisata Unit Borobudur dan Balai Konservasi Borobudur

Dalam satu tahun terdapat waktu-waktu yang menjadi puncak kunjungan di Candi Borobudur yaitu pada bulan Mei, Juni, dan Desember serta pada hari libur besar seperti Idul Fitri, Hari Natal dan Tahun Baru. Selain hari-hari tersebut khusus di atas, peningkatan jumlah wisatawan terjadi pada setiap hari Minggu sepanjang tahun. Pada saat padat kunjungan, seperti liburan Hari Raya Idul Fitri pengunjung dapat mencapai 56.000 orang lebih per hari, dan dalam satu jam 7.000 orang menaiki Candi Borobudur.

Salah satu dampak dari bertambahnya jumlah kunjungan wisatawan ke Candi Borobudur adalah dengan banyaknya sampah. Sampah yang berserakan tidak hanya di halaman candi namun juga terdapat di monumen candi meskipun sudah disediakan tempat sampah di banyak titik halaman dan monumen. Berdasarkan monitoring yang telah dilakukan sebagai contoh adalah pada tahun 2016 dan 2017 jumlah sampah di halaman dan monumen Candi Borobudur sebagai berikut:

Tabel Data sampah Halaman Candi Borobudur Tahun 2016 dan 2017

Bulan	Halaman 2017	Halaman 2016				
	Mudah Degradasi	Sulit De- gradasi	Jml	Mudah Degradasi	Sulit De- gradasi	Jml
	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
Januari	9,150	6,050	15,200	6,975	6,225	13,200
Februari	6,875	3,675	10,550	3,900	7,325	11,225
Maret	8,025	4,750	12,775	8,475	4,725	13,200
April	8,825	5,600	14,425	7,025	2,950	9,975
Mei	7,625	4,550	12,175	5,300	4,550	9,850
Waisak	4,075	7,325	11,400	1,400	3,725	5,125
Juni	7,725	7,775	15,500	6,025	2,950	8,975
Juli	9,550	3,250	12,800	5,350	2,725	8,075
Agustus	28,825	3,450	32,275	9,925	3,825	13,750
September	50,575	2,500	53,075	8,975	4,225	13,200
Oktober	19,025	2,088	21,113	9,450	4,825	14,275
November	15,600	2,375	17,975	8,750	4,600	13,350
Desember	11,425	6,425	17,850	12,975	7,325	20,300
	187,300	59,813	247,113	94,525	59,975	154,500

Tabel Data sampah Monumen Candi Borobudur tahun 2016 dan 2017

Bulan	Monumen 2017	Monumen 2016				
	Mudah Degradasi	Sulit Degrada- dasi	Jml	Mudah Degradasi	Sulit De- gradasi	Jml
	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
Januari	4,225	5,125	9,350	2,200	5,675	7,875

Februari	3,025	4,200	7,225	3,325	1,450	4,775
Maret	3,500	4,675	8,175	2,075	3,800	5,875
April	3,450	4,525	7,975	2,100	4,950	7,050
Mei	3,100	4,775	7,875	2,400	5,425	7,825
Waisak	0,275	0,550	0,825	0,525	1,200	1,725
Juni	5,875	8,300	14,175	1,475	3,425	4,900
Juli	7,100	9,850	16,950	2,150	3,675	5,825
Agustus	2,700	3,625	6,325	2,775	6,425	9,200
September	2,450	3,325	5,775	3,400	5,000	8,400
Oktober	2,200	3,300	5,500	4,875	6,175	11,050
November	1,800	2,300	4,100	3,925	5,275	9,200
Desember	4,275	8,725	13,000	7,575	12,750	20,325
	43,975	63,275	107,250	26,175	65,225	91,400

Dari hasil rekapitulasi perhitungan jumlah sampian pengunjung di halaman dan monumen candi sejak tahun 1984-2017 dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel Jumlah Pengotoran Sampah Struktur dan Halaman Candi Borobudur Tahun 1984 – 2017

No	Tahun	Jumlah Sampah (m ³)
1	1984	13,45
2	1985	6,25
3	1986	3,02
4	1987	1,43
5	1988	1,41
6	1989	7,02
7	1990	14,02
8	1991	22,80
9	1992	82,27
10	1993	140,11
11	1994	136,21
12	1995	127,39
13	1996	90,28
14	1997	144,29
15	1998	51,38
16	1999	48,20

17	2000	126,18
18	2001	197,90
19	2002	109,00
20	2003	107,54
21	2004	117,92
22	2005	86,16
23	2006	65,00
24	2007	64,34
25	2008	86,89
26	2009	64,65
27	2010	63,105
28	2012	181,33
29	2013	193,20
30	2014	203,075
31	2015	193,700
32	2016	258,525
33	2017	354,363

Perhitungan jumlah sampah dikategorikan berdasarkan jenis sampahnya yaitu sampah yang mudah terdegradasi seperti daun-daunan, bangkai hewan, maupun kotoran organik yang berasal dari aktivitas makhluk hidup. sedangkan sampah yang tidak mudah terdegradasi seperti misalnya botol bekas minuman, plastik, kaleng, puntung rokok, permen karet dan lain-lain.

C. Kebijakan atau Peraturan Terkait dengan Pengelolaan Kawasan Borobudur

1. *Masterplan* JICA 1979

Masterplan JICA 1979 merupakan konsep yang disusun oleh Pemerintah Indonesia dan Jepang untuk melestarikan dan mengelola kawasan Candi Borobudur setelah pemugaran selesai. Konsep ini sebenarnya diarahkan pada pendirian Taman Purbakala Nasional (*National Archaeological Park*). Rancangan masterplan tersebut disusun berdasarkan hasil berbagai kajian sampai dalam tahap persiapan. Tim penyusunnya sangat mempertimbangkan rekomendasi

dan saran yang diajukan dalam pertemuan-pertemuan konsultatif Panitia Pemugaran (*Commite Consultative Meeting*, sering disingkat C/C) sejak tahun 1972-1978. Berikut beberapa hal penting yang direkomendasikan oleh C/C :

- a. Pengembangan kawasan sebaiknya merupakan integral dari pelestarian nilai budaya Borobudur dan seluruhnya sebagai upaya pencegahan terhadap pengaruh modernisasi dan pariwisata. Pada kenyataannya pemandangan tidak hanya berpusat pada monumen atau bangunan candinya sendiri tetapi juga pemandangan alam dari candi ke arah lingkungan sekitar. Dalam merencanakan zonasi penting untuk mempertimbangkan perubahan kawasan tersebut 30 sampai 50 tahun ke depan
- b. Menyarankan kepada pemerintah Indonesia untuk membuat zonasi perlindungan sekitar sumbu Borobudur, Pawon, Mendut, karena hubungan antara monumen dan lingkungannya memiliki nilai atau makna yang penting.
- c. Menyarankan kepada Pemerintah Indonesia untuk menjaga bentuk lansekap, tataguna lahan dan bentuk arsitek tradisional. Pemerintah sebaiknya melakukan pengawasan terhadap semua konstruksi baru di sekitar Candi Borobudur.

Tiga konsep dasar yang menjadi pilar tujuan utama untuk pelestarian candi beserta lingkungannya, dirumuskan dalam master-plan tersebut. Ketiga konsep tersebut adalah:

- a. Taman secara permanen diperuntukkan bagi pelestarian monumen candi,
- b. Sebagai Pusat Penelitian Arkeologi di Indonesia
- c. Pusat pendidikan generasi muda.

Tim perumus berkeyakinan pembangunan akan sukses apabila ketiga konsep dasar tersebut diintegrasikan satu dengan yang lain.

2. Keppres No. 1 Tahun 1991

Dukungan aspek hukum diberikan kepada pengelola taman dengan dikeluarkannya Keputusan Presiden RI No. 1 Tahun 1992 tentang Pengelolaan Taman Wisata Candi Borobudur dan Taman Wisata Candi Prambanan serta Pengendalian Lingkungan Kawasannya, merupakan keputusan presiden yang dibuat sebagai langkah tindak lanjut dari penetapan kawasan Candi Borobudur menjadi warisan dunia. Keppres tersebut masih digunakan sebagai landasan dalam pengelolaan Candi Borobudur dan lingkungannya.

Di dalam Bab II Keppres tersebut, kawasan Candi Borobudur hanya disebutkan terdiri dari tiga zona:

- a. Zona I, merupakan lingkungan kepurbakalaan diperuntukkan bagi perlindungan kelestarian lingkungan fisik candi seluas 44,8 hektar yang dikelola oleh Balai Konservasi Borobudur;
- b. Zona II, merupakan kawasan di luar zona I yang diperuntukkan bagi pembangunan taman wisata sebagai tempat kegiatan kepariwisataan, pemeliharaan bangunan candi seluas 42,3 hektar yang dikelola oleh Taman Wisata Unit Candi Borobudur
- c. Zona III, merupakan kawasan di luar zona II yang diperuntukkan bagi pemukiman terbatas, jalur hijau, daerah pertanian untuk menjamin keserasian dan kawasan keseimbangan di zona I. Luas zona III adalah kurang lebih 932 hektar yang dikelola oleh Pemerintah Kabupaten Magelang. (Keppres No.1/1991)

3. Ketentuan UNESCO

Kawasan Candi Borobudur telah ditetapkan sebagai warisan dunia (*World Heritage*) nomor 592 pada tahun 1991. Dalam do-

kumen nominasi, penetapan Candi Borobudur beserta kawasannya disebutkan sebagai *Borobudur Temple Compounds*, termasuk Candi Mendut dan Candi Pawon. Warisan budaya dapat masuk dan ditetapkan dalam daftar warisan dunia apabila memenuhi seluruh atau sebagian kriteria nilai universal luar biasa. Adapun Candi Borobudur ditetapkan sebagai Warisan Budaya Dunia berdasarkan kriteria (i), (ii), dan (vi), sebagai berikut:

- Kriteria (i), mewakili suatu mahakarya (*masterpiece*) kejeniusan kreatif manusia
- Kriteria (ii), menunjukkan pentingnya pertukaran nilai-nilai kemanusiaan, dalam suatu rentang waktu atau dalam suatu kawasan budaya dunia, dalam perkembangan arsitektur atau teknologi, karya monumental, tata kota atau desain lansekap
- Kriteria (vi), merupakan contoh luar biasa dari suatu jenis bangunan, arsitektural atau himpunan teknologi atau lansekap yang menggambarkan tahapan penting dalam sejarah manusia. (UNESCO, 2005: 29-31)

Situs yang telah masuk dalam daftar warisan dunia akan dimonitor dan dievaluasi terus menerus pengelolaannya oleh UNESCO. Demikian juga dengan Candi Borobudur pengelolaannya harus mengikuti ketentuan pelestarian warisan dunia (*World Heritage*) sebagaimana diatur dalam *Convention Concerning the Protection of World Cultural and Natural Heritage* yang ditetapkan di Paris pada pertemuan tanggal 17 Oktober – 21 November 1972. Pemerintah Republik Indonesia telah meratifikasi konvensi tersebut pada tanggal 6 Juli 1989.

Tindak lanjut dari konvensi tersebut, UNESCO mengeluarkan pedoman pelaksanaan penerapan konvensi warisan dunia (*Operational guidelines for Implementation of World Heritage Convention*) yang direvisi secara berkala. Pada BAB II pasal 4 konvensi

warisan dunia disebutkan bahwa setiap negara yang memiliki warisan dunia mempunyai tugas, untuk mengidentifikasi, melindungi, melestarikan serta menyajikan warisan budayanya untuk generasi mendatang.

World Heritage Centre yang bertugas memantau pelestarian warisan dunia memberikan beberapa rekomendasi dan saran untuk pelestarian kawasan Candi Borobudur. Diantara beberapa rekomendasi yang pernah diterbitkan, terdapat rekomendasi yang terkait dengan museum situs. Rekomendasi ini dihasilkan dalam *Reactive Monitoring Mission to Borobudur temple Compounds* yang dilaksanakan oleh WHC-ICOMOS didampingi seluruh instansi tanggal 18 sampai dengan 25 Februari 2006.

Rekomendasi *Reactive Monitoring Mission* WHC-ICOMOS Tahun 2006 yang terkait dengan museum situs yaitu (UNESCO, 2006: 19-20)

“Improve the interpretation at the site Museum according to the standard of the Ship Museum, and provide brochures in foreign languages at the latter, including reference to the status of Borobudur as a World Heritage property and the reasons why it was inscribed on the World Heritage List”

D. Karakteristik Kawasan Wisata Candi Borobudur

Kompleks Candi Borobudur merupakan salah satu destinasi wisata budaya yang sangat dikenal di Indonesia maupun dunia. Kegiatan kunjungan wisata merupakan aktivitas yang saling terkait antara *setting* (tata letak), aktivitas, harapan pengunjung/pengguna, dan perangkat aturan manajemen pengelolaan (Timothy and Boyd, 2003: 158-159). Pariwisata mempunyai komponen atraksi, visitor, dan infrastruktur (Wall, 1989). Kawasan Candi Borobudur telah dilengkapi dengan adanya fasilitas

itas ataupun objek atau atraksi pendukung wisata, selain Candi Borobudur sebagai objek utamanya.

1. Atraksi, Tata Letak (*Setting*), dan Infrastruktur di Kompleks Candi Borobudur

Candi Borobudur merupakan salah satu ikon pariwisata di Indonesia, selain Pulau Bali. Keduanya mempunyai daya tarik tersendiri bagi wisatawan baik domestik maupun mancanegara. Kawasan wisata Candi Borobudur sebagai tujuan wisata mempunyai atraksi atau fasilitas pendukung, selain Candi Borobudur yang menjadi objek utama kunjungan. Adapun fasilitas atau atraksi pendukung yang berada di kompleks Candi Borobudur tersebut adalah sebagai berikut:

a. Ruang Audio Visual

Ruang Audio Visual ini berada di dekat pintu masuk untuk memberikan pelaya gambaran terkait Candi Borobudur melalui pemutaran film-film yang mengambil tema Borobudur.

b. Kebun Pembibitan.

Fasilitas kebun pembibitan ini berada kurang lebih 150 meter di sebelah barat candi. Pada area ini merupakan sarana untuk membuat berbagai jenis bibit tanaman seperti bibit aneka macam bunga, pohon perindang, dan buah-buahan yang nantinya dapat ditanam di kawasan kompleks Candi Borobudur.

c. Atraksi Gajah.

Fasilitas atraksi gajah berada di sebelah barat candi kurang lebih berjarak 150 meter. Di tempat tersebut merupakan kandang gajah, dan para pengunjung dapat menaiki gajah tersebut untuk berkeliling di area sekitar kompleks Candi Borobudur.

d. Bukit Dagi

Bukit Dagi terletak kurang lebih berjarak 200 meter arah Barat candi. Pengunjung dapat menikmati indahnya panorama dan Candi Borobudur dari atas bukit. Di atas bukit tersebut terdapat beberapa gazebo dan bangunan pendhapa pada puncak bukit sebagai tempat beristirahat.

e. Museum dan Galeri

Terdapat beberapa museum di Zona II Candi Borobudur, yaitu Museum Borobudur, Galeri Unik dan Seni Borobudur Indonesia (GUSBI), dan Museum Kapal Samudraraksa.

Fasilitas ataupun atraksi pendukung tersebut di atas berada di Zona II, dan terletak dominan pada sisi barat dan utara candi. Sementara itu, candi sebagai objek utama berada di Zona I, yang terbagi atas Zona I inti dan Zona I luar. Zona I inti yaitu area dimana bangunan candi berada dan pelatarannya dengan batas pagar besi berwarna hijau, sedangkan Zona I luar adalah area yang diluar pagar hijau dan berbatasan dengan jalan lingkar beraspal. Sementara Zona II adalah area di luar area Zona I dan dibatasi dengan pagar besi terluar.

Pada Zona I inti yang dibatasi dengan pagar besi (untuk alasan keamanan), terdapat enam pintu gerbang yaitu gerbang timur sebagai gerbang masuk, gerbang utara sebagai gerbang keluar, gerbang selatan dan gerbang barat ditutup, gerbang kecil di sebelah tenggara diperuntukkan untuk jalur keluar masuk wisata khusus yang dikelola oleh taman wisata, sedangkan gerbang kenari di sebelah barat laut merupakan akses keluar masuk petugas konservasi dan tamu-tamu yang berkepentingan khusus (Tamu VIP/VVIP atau tamu negara).

Denah Kompleks Taman Wisata Candi Borobudur dan fasilitas pendukungnya

(Sumber : Balai Konservasi Borobudur)

Di kawasan wisata Candi Borobudur setiap objek atau fasilitas dihubungkan dengan jalur pejalan kaki dengan perkerasan conblok atau jalan aspal. Mulai dari pintu tiketing menuju monumen candi dihubungkan dengan satu jalur, yang terkesan seperti mengarahkan untuk menuju candi sebagai tujuan utama. Untuk sampai ke candi ataupun objek pendukung lainnya dilakukan dengan berjalan kaki. Namun dari pihak pengelola taman wisata juga menyediakan fasilitas kereta kelinci (dengan membeli tiket) dan sewa sepeda. Berdasarkan pengamatan terlihat aktivitas pengunjung berjalan kaki terganggu dengan adanya kereta yang melintas.

2. Pengunjung di Taman Wisata Candi Borobudur

Pengunjung di wisata Candi Borobudur terdiri dari wisatawan asing dan wisatawan nusantara. Berikut adalah hasil survei yang pernah dilakukan terhadap pengunjung dalam hal ini disebut responden di Candi Borobudur:

a. Bentuk kunjungan

Sebagian besar responden (49%) melakukan perjalanan wisata ke Candi Borobudur dengan model kedatangan secara rombongan. Kebanyakan merupakan rombongan *study tour* (ketika liburan sekolah), karyawan suatu instansi/perusahaan maupun rombongan dari wilayah domisili wisatawan. Kunjungan bersama keluarga ada sekitar 32% dan selebihnya kunjungan bersama teman dan individu sebanyak 19%.

b. Frekuensi kunjungan

Responden yang telah melakukan kunjungan 2 kali sebanyak 28%, 3-4 kali sebanyak 16%, dan lebih dari 5 kali sebanyak 10 %, sehingga kisaran yang telah melakukan kunjungan ulang kurang lebih sebanyak 54%. Selebihnya ada sekitar 46% kunjungan ke Borobudur yang merupakan pengalaman pertama kali.

c. Lama Kunjungan

Sebagian besar responden berada di taman wisata Candi Borobudur rata-rata selama 1-2,5 jam (69%), sedangkan yang lebih dari 2,5 jam ada 21% dan yang kurang dari 1 jam ada sekitar 10 %. Dari hasil pengamatan diketahui lama kunjungan rata-rata wisatawan, naik ke candi selama 30-60 menit, menikmati halaman atau pelataran candi 15-30 menit dan di area taman (Zona II) selama 25-60 menit.

d. Motivasi Kunjungan

Motivasi kunjungan menunjukkan bahwa responden memutuskan untuk berkunjung ke Candi Borobudur untuk alasan hiburan atau rekreasi mencapai 54,5%, alasan pendidikan sebanyak 19%, alasan untuk menyenangkan keluarga/anak-anak sebesar 25%, dan selebihnya untuk alasan ketiga-tiganya (hiburan, pendidikan dan menyenangkan anak-anak) sebanyak 1,5%.

Pengamatan di lapangan menunjukkan, perilaku wisatawan asing lebih tertib dibandingkan wisatawan nusantara. Biasanya mereka tidak langsung naik ke puncak candi (tingkat *arupadhatu*), tetapi terlebih dahulu berkeliling mengamati panel-panel relief yang dipahatkan pada dinding dan pagar langkan Candi Borobudur. Mereka tidak membuang sampah sembarangan dan tidak melakukan hal

yang melanggar etika kesopanan di atas monumen. Berbeda dengan wisatawan lokal (nusantara), para wisatawan itu umumnya sekedar bersenang-senang berekreasi mengisi waktu libur dan kurang apresiasi terhadap candi. Kegiatan mereka terbatas berfoto ria untuk membuktikan bahwa mereka pernah ke Borobudur. Wisatawan nusantara cenderung membuang sampah sembarangan di atas monumen, terkadang pengunjung berpasangan melakukan perbuatan yang tidak selayaknya di lakukan di monumen warisan budaya ini.

3. Sirkulasi atau Pergerakan Pengunjung di Kawasan Wisata Candi Borobudur

Berdasarkan pengamatan pola pergerakan pengunjung, dapat diketahui 97% pengunjung di komplek taman wisata Candi Borobudur langsung dari pintu tiketing menuju zona I atas (pelataran candi), dan 3% lainnya karena faktor usia dan kesehatan hanya berada di bawah, duduk-duduk di area taman (Zona I luar dan Zona II). Sementara di Zona I atas (pelataran candi) sebagian besar pengunjung langsung naik ke teras dan stupa induk sebanyak 70%. Pengunjung yang mempunyai apresiasi terhadap candi dengan keinginan untuk lebih tahu atau mempelajari tentang Candi Borobudur cenderung berperilaku mengitari setiap lorongnya ada sebanyak 18% dan sebagian besar pengunjung menggunakan jasa *guide*; selebihnya karena tidak kuat naik ke tingkat yang lebih tinggi, pengunjung hanya beristirahat di lorong atau mencari tempat untuk untuk beristirahat dan minum (12%). Perilaku ini diindikasikan dengan berserakannya sampah makanan dan minuman terutama pada lorong-lorong yang agak sepi atau lorong-lorong dekat dengan tangga.

Tabel Pola Pregerakan Pengunjung di Komplek Candi Borobudur

Pola 1	Pola 6
Ticketing – candi - keluar	Ticketing – candi – gajah – Dagi – MURI/ GUSBI – keluar
Pola 2	Pola 7
Ticketing – candi – MK/B - keluar	Ticketing – candi – gajah – MKS – keluar
Ticketing – candi – MKS – keluar	
Ticketing – candi – MKS – MK/B - keluar	Ticketing – candi – gajah – MKS – MK/B – keluar
Pola 3	Pola 8
Ticketing – candi –MURI/GUSBI – keluar	Ticketing – candi – gajah – MURI/GUSBI – keluar
Ticketing – candi- MURI/GUSBI – MKS-MK/B-keluar	
Pola 4	Pola 9
Ticketing – candi – Dagi - keluar	Ticketing – audio – candi – aksobya – MKS - keluar
Pola 5	Pola 10
Ticketing – aksobya - candi – Gajah – keluar	Ticketing – audio – candi - keluar

Keterangan:

MKS = Museum Kapal Samudraraksa

MK/B= Museum Karmawibhangga/Borobudur

Prosentase terbesar pergerakan pengunjung ke arah atraksi wisata yang lokasinya searah seperti pola 1 yaitu pintu masuk/ticketing – candi- pintu keluar, terutama pada saat padat kunjungan. Kemudian disusul dengan pola 2, dimana pola tersebut mempunyai lokasi yang searah dengan jalur keluar. Pergerakan pengunjung belum optimal mencakup ke seluruh lokasi atraksi wisata yang sudah

disediakan oleh pengelola taman wisata. Hal tersebut dikarenakan setelah turun dari candi dan turun melalui tangga sebelah utara pedagang asongan berjajar di kiri dan kanan jalan mengular sampai pintu keluar dan menutup akses ke objek wisata lainnya. Kompleks wisata Candi Borobudur relatif luas menyebabkan pengunjung enggan melakukan pergerakan ke lokasi-lokasi yang jauh dari jangkauan mereka dengan berjalan kaki, karena sudah lelah setelah menaiki candi. Budaya jalan kaki belum menjadi budaya di Indonesia (orang malas jalan kaki).

Dengan demikian diperlukan adanya solusi terhadap permasalahan tersebut, antara lain dengan memberikan kenyamanan untuk pengunjung dalam beraktivitas (berjalan kaki) seperti dengan memberikan fasilitas tempat duduk untuk beristirahat pada interval tertentu. Perlu adanya jalur pembatas antara ruang pejalan kaki dan kereta kelinci. Selain itu *signage* yang mengarahkan pengunjung ke beberapa atraksi wisata dengan bentuk serta *icon* yang menarik akan sangat membantu, ataupun memberikan daya tarik yang membuat penasaran pengunjung. Bagi pengunjung yang malas berjalan kaki layanan kereta kelinci ataupun sepeda menjadi salah satu solusi, tetapi jalan kereta sebaiknya dipisahkan dengan jalur pejalan kaki.

4. Opini Pengunjung dan Tingkat Pengetahuan Pengunjung Terhadap Taman Wisata

Opini responden terhadap kualitas pengalaman yang didapat menunjukkan sebagian besar responden berkomentar baik/ senang terhadap objek wisata yang berfokus pada produk utama, yaitu Candi Borobudur itu sendiri. Pendapat yang positif juga diberikan terhadap upaya yang dilakukan oleh pihak pengelola untuk memelihara candi dan taman sekitarnya, terutama aspek kebersihan dan keindahan lingkungan taman. Namun demikian, pengunjung

juga menyatakan keluhan-keluhan terhadap keagresifan penjual asongan yang memaksa, sehingga responden terganggu. Selain itu keluhan disampaikan terkait jarak yang jauh antara tempat parkir dan objek wisata serta jalan keluar yang dianggap sulit atau berputar-putar. Kesulitan mendapatkan toilet di dekat candi; kurangnya tempat istirahat dan berteduh saat hujan/panas; dan kebersihan tempat parkir dan toilet juga dikeluhkan oleh sebagian besar pengunjung.

Sementara itu, terkait dengan informasi Candi Borobudur diketahui bahwa pengunjung merasa belum mendapatkan informasi yang memadai tentang Candi Borobudur (96%). Pengunjung ketika mulai masuk taman melalui pintu *ticketing*, tidak mendapatkan pengetahuan/informasi tentang Candi Borobudur secara memadai (minimnya *booklet*, *leaflet*, dan sebagainya), ketika keluar juga tidak banyak mendapatkan informasi tentang Borobudur (informasi yang diberikan museum).

TANTANGAN PELESTARIAN SAAT INI DAN MASA YANG AKAN DATANG

I. Pendahuluan

Indonesia memiliki banyak peninggalan purbakala yang tersebar di seluruh daerah. Istilah peninggalan purbakala sekarang lebih banyak dikenal dengan istilah Cagar Budaya. Dalam Undang-undang Nomor 11 Tahun 2010, pengertian cagar budaya adalah warisan budaya bersifat kebendaan berupa benda cagar budaya, bangunan cagar budaya, struktur cagar budaya, situs cagar budaya dan kawasan cagar budaya di darat dan/atau di air yang perlu dilestarikan keberadaannya karena memiliki nilai penting bagi sejarah, ilmu pengetahuan, pendidikan, agama, dan/atau kebudayaan melalui proses penetapan (Anomin, 2010).

Salah satu cagar budaya yang memiliki nilai penting adalah Candi Borobudur yang terletak di desa Borobudur, Kecamatan Borobudur, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah.



Kompleks Candi Borobudur tercatat dalam Daftar Warisan Dunia dengan Nomor C.592/1991. Sebagai Warisan Dunia yang telah ditetapkan oleh UNESCO pada 13 Desember 1991, Kompleks Candi Borobudur yang meliputi Candi Borobudur, Candi Medut, dan Candi Pawon memiliki Nilai Universal Luar Biasa atau *Outstanding Universal Value* khususnya pada kriteria berikut ini :

Kriteria (i):

Mewakili sebuah mahakarya kejeniusan kreatif manusia.

Candi Borobudur dengan piramid berundak tanpa atap yang terdiri dari sepuluh teras berurutan keatas, bermahkotakan sebuah kubah berbentuk genta besar adalah gabungan stupa yang harmonis, candi dan bukit yang merupakan sebuah mahakarya arsitektur dan seni monumental Buddhisme.

Kriteria (ii):

Memperlihatkan pentingnya pertukaran nilai-nilai kemanusiaan, dalam suatu rentang waktu atau dalam suatu kawasan budaya di dunia, terhadap pengembangan arsitektur atau teknologi, karya monumental, tata kota, atau rancangan lansekap.

Candi Borobudur merupakan sebuah contoh luar biasa dari seni dan arsitektur Indonesia dari masa antara awal abad VIII dan akhir abad IX yang memberikan pengaruh besar bagi kebangkitan arsitektural pada masa antara pertengahan abad XIII dan awal abad XVI.

Kriteria (vi):

Secara langsung atau nyata terkait dengan peristiwa-peristiwa atau tradisi yang masih hidup, dengan gagasan atau dengan keyakinan, dengan

karya seni dan sastra yang memiliki nilai-nilai universal yang signifikan.

Candi Borobudur mempunyai bentuk sebuah teratai, bunga suci agama Buddha, Candi Borobudur merupakan sebuah refleksi luar biasa dari perpaduan antara ide asli paling utama tentang pemujaan nenek moyang dan konsep Buddhisme dalam mencapai Nirwana. Sepuluh teras berundak dari keseluruhan struktur selaras dengan tahapan yang harus dicapai oleh Bodhisatwa sebelum mencapai ke-Buddha-an.

Nilai-nilai penting luar biasa inilah yang harus terus dilestarikan oleh bangsa Indonesia. Ketiga nilai penting ini berhubungan dengan kondisi fisik (bendawi) dan non-fisik (tak-bendawi) Candi Borobudur dan lingkungannya. Sehingga dalam pelestarian Kompleks Candi Borobudur, selain fisik Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon upaya pelestariannya juga harus dilakukan pada lingkungannya serta nilai-nilai luar biasa yang terkandung di dalamnya seperti pertukaran nilai-nilai kemanusiaan, tradisi masyarakat lokal, dan lain-lain.



Candi Borobudur dilihat dari sisi barat

Selain sebagai Warisan Dunia, Candi Borobudur juga merupakan salah satu obyek dan daya tarik wisata (ODTW) utama di Indonesia. Candi Borobudur setiap tahun dikunjungi oleh jutaan orang wisatawan baik wisatawan nusantara maupun wisatawan asing.

Sebagai Warisan Dunia dan Cagar Budaya Nasional Candi Borobudur memiliki nilai penting yang sangat tinggi. Nilai penting tersebut dilihat dari berbagai aspek seperti arkeologi, sejarah, estetika, ilmu pengetahuan, ekonomi dan lain sebagainya (Suhartono, 2008). Melihat kondisi tersebut, Candi Borobudur harus dijaga kelestariannya untuk menjaga nilai penting yang terkandung di dalamnya sehingga dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang. Menurut Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010 yang dimaksud dengan pelestarian adalah upaya dinamis untuk mempertahankan keberadaan Cagar Budaya dan nilainya dengan cara melindungi, mengembangkan, dan memanfaatkannya.

Dalam upaya untuk melestarikan Candi Borobudur, banyak menghadapi tantangan dan permasalahan permasalahan yang dihadapi baik pada saat ini maupun yang akan datang. Tantangan yang dihadapi ini karena pengaruh alam maupun manusia. Tantangan dan permasalahan ini dapat mengganggu pelestarian candi Borobudur jika tidak segera ditangani dengan berpedoman pada konvensi UNESCO, Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya dan peraturan lain.

Pada artikel ini akan diuraikan mengenai tantangan yang dihadapi di candi Borobudur yang meliputi :

A. Faktor Alam dan Faktor Biotik

Faktor alam yang dapat mengancam kelestarian Candi Borobudur antara lain hujan, sinar matahari, gempa, angin, erupsi gunung berapi, pemanasan global dan sebagainya. Faktor biotik yang beresiko mengancam kelestarian Candi Borobudur adalah keberadaan

tumbuhan tingkat rendah seperti bakteri, jamur, algae, moss dan paku pakuan. Berikut dijelaskan faktor faktor tersebut secara rinci:

1. **Faktor Alam**

Seperti telah disebutkan di atas faktor alam yang mengancam kelestarian Candi Borobudur adalah hujan, sinar matahari, gempa, angin, erupsi gunung berapi, pemanasan global, dan lain-lain, berikut penjelasan beberapa faktor tersebut.

a. Hujan dan Sinar Matahari

Wilayah Indonesia berada di antara lintang 6 derajat LU - 11 derajat LS dan dilewati garis khatulistiwa. Oleh karena itu wilayah Indonesia dipengaruhi iklim tropis. Karena dipengaruhi iklim tropis, Indonesia memperoleh curah hujan yang tinggi sepanjang tahun. Selain curah hujan yang tinggi wilayah yang berada pada iklim tropis juga akan memiliki intensitas penyinaran matahari yang tinggi. Curah hujan dan intensitas penyinaran matahari yang tinggi beresiko menyebabkan terjadinya penggaraman dan retak mikro pada batu candi.

b. Gempa dan Erupsi Gunung Berapi

Indonesia juga merupakan salah satu negara yang berada di wilayah *ring of fire* atau cincin api pasifik. Cincin api pasifik atau lingkaran api pasifik adalah daerah yang sering mengalami gempa dan letusan gunung berapi yang mengelilingi samudra pasifik seperti gempa Bantul tahun 2006 yang merusak Candi Prambanan dan candi-candi di sekitarnya. Demikian pula Candi Borobudur pun rawan terhadap resiko akibat gempa bumi. Hal ini dibuktikan dengan kondisi lantai teras yang bergelombang sebelum dipugar oleh Th. van

Erp. Pemugaran Erp berlangsung pada tahun 1907 – 1911. Kondisi lantai teras yang bergelombang ini kemungkinan disebabkan oleh gempa yang pernah melanda Borobudur.



(Sumber Krom dan Van Erp, 1931)

Pada akhir tahun 2010 terjadi erupsi Gunung Merapi yang cukup dahsyat yang mengakibatkan Candi Borobudur tertutup abu vulkanik dengan ketebalan sekitar 2,5 cm. Awal 2014 Candi Borobudur kembali tertutup abu vulkanik yang berasal dari erupsi Gunung Kelud di Jawa Timur mencapai ketebalan 0,5 cm. Hasil penelitian menunjukkan kandungan sulfur abu Gunung Merapi cukup tinggi. Kandungan sulfur yang tinggi bercampur dengan air akan menghasilkan asam sulfat. Adanya kandungan sulfat menyebabkan abu merapi memiliki pH yang rendah atau asam. pH abu Merapi berkisar antara 3-4. pH yang rendah tersebut beresiko melarutkan mineral batuan batu candi. Kandungan sulfur abu Gunung Kelud rendah, sehingga pH-nya lebih tinggi dibandingkan abu Gunung Merapi yang berkisar 5-6. Oleh karena itu, abu

Gunung Kelud tidak terlalu beresiko merusak batu candi. Namun demikian, kedua abu hasil erupsi gunung berapi tersebut beresiko masuk ke dalam saluran drainase sehingga dapat menghambat kelancaran jalannya air dalam struktur candi.



Kondisi bagian stupa yang tertutup abu Vulkanik

(Sumber : BK Borobudur)

Dari pengalaman letusan Gunung Merapi, Balai Konservasi Borobudur telah menyiapkan *cover* dari bahan terpal untuk menutup beberapa bagian penting dari Candi Borobudur jika dibutuhkan untuk mengurangi dampak negatif dari abu vulkanik, melakukan simulasi bencana dan kegiatan mitigasi bencana. Hal-hal ini dilakukan untuk kesiapan menghadapi bencana gunung api yang sewaktu-waktu bisa terjadi,



Cover untuk Mengurangi Dampak Abu Vulkanik dari Erupsi Gunungapi

Dari kiri ke kanan: Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon

c. Pemanasan global

Pemanasan global atau global warming merupakan istilah yang diberikan oleh para pakar lingkungan terkait dengan adanya kecenderungan kenaikan suhu permukaan bumi secara global. Pemanasan global terjadi karena adanya akumulasi gas-gas polutan di udara seperti CO (karbon monoksida), CO₂ (karbondioksida), CH₄ (metana), CFC, (Chlorofluorocarbons), NO_x dan SO_x. Gas-gas tersebut berasal dari hasil buangan kendaraan bermotor, asap industri, pembakaran batu bara dan bahan bakar lainnya, pembusukan sampah dan perternakan dalam skala besar serta berkurangnya hutan dunia secara umum.

Gas CO, CO₂, CH₄ dan CFC dapat beraksi dengan ozon (O₃), yang akan menyebabkan menipisnya lapisan ozon di atas permukaan bumi. Menipisnya lapisan ozon di atas permukaan bumi, akan terlihat seperti lubang. Oleh karena itu orang menyebutkannya sebagai lubang ozon. Para pakar lingkungan menyebutnya sebagai lubang ozon karena penipisan lapisan ozon tersebut akan terlihat seperti lubang-lubang pada lapisan ozon bila dilihat dari luar angkasa. Menipisnya lapisan ozon tersebut akan menyebabkan tingginya

radiasi sinar matahari yang masuk ke dalam atmosfer bumi. Efek panas dari radiasi matahari yang seharusnya sebagian besar dikeluarkan kembali terperangkap dalam atmosfer bumi karena adanya gas-gas polutan tersebut. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya kenaikan suhu bumi, efek panas tersebut yang disebut sebagai efek rumah kaca. Selain menyebabkan efek rumah kaca, gas CO, CO₂, SO_x dan NO_x juga dapat menyebabkan terjadinya hujan asam bila gas-gas tersebut bereaksi dengan air hujan. Hujan asam ini memiliki efek yang sangat merusak terhadap lingkungan maupun semua benda yang dilewatinya, termasuk terancamnya kelestarian cagar budaya.

Borobudur merupakan Cagar Budaya yang berada pada lingkungan terbuka, dengan terjadinya pemanasan global maka kondisi iklim mikro seperti temperatur dan kelembaban udara, curah hujan di sekitar Candi Borobudur juga ikut mengalami perubahan. Data klimatologi lingkungan Candi Borobudur yang dimonitor sejak tahun 1974 sampai sekarang menunjukkan adanya kecenderungan kenaikan suhu dan di sekitar Candi Borobudur. Kondisi ini tentu akan mengancam kelestarian Candi Borobudur yang dapat meningkatkan resiko peningkatan pengaraman, retakan pengelupasan batu candi dan lain-lain.

2. Faktor Biotik

Faktor biotik yang dimaksud dalam artikel ini adalah ancaman kelestarian Candi Borobudur yang disebabkan oleh organisme atau umum disebut sebagai biodeterioration agent. Organisme yang beresiko melapukkan cagar budaya terdiri dari tumbuhan tingkat tinggi maupun tingkat rendah dan hewan. Tumbuhan tingkat tinggi adalah tumbuhan yang

telah terdiferensiasi menjadi akar, batang, dan daun, sedangkan tumbuhan tingkat rendah adalah tumbuhan belum terdeferensiasi menjadi akar, batang dan daun. Namun demikian, untuk kasus di Candi Borobudur yang dominan beresiko mengancam kelestarian batu candi adalah tumbuhan tingkat rendah antara lain algae, moss, paku-pakuan. Sedangkan tumbuhan tingkat tinggi yang ada di sekitar struktur candi telah diatur dan dipelihara dengan baik sehingga ancaman kerusakan batu candi dapat dieliminir.

a. Algae

Algae, merupakan sekelompok organisme autotrof yang tidak memiliki organ dengan perbedaan fungsi yang nyata. Algae bahkan dapat dianggap tidak memiliki “organ” seperti yang dimiliki tumbuhan (akar, batang dan daun). Oleh karena itu, algae digolongkan pula sebagai tumbuhan berthalus. Selain memiliki warna hijau, algae juga memiliki warna lain yakni fikoeritrin berwarna merah dan fikosianin berwarna biru. Oleh karena itu sering dijumpai bercak warna merah oranye, coklat, merah, hijau biru yang merata pada permukaan batu, bercak tersebut merupakan koloni algae. Morfologi algae dapat berupa butiran, benang dan pita. Jenis algae yang dominan banyak dijumpai tumbuh pada permukaan batu candi adalah jenis chyanophita atau algae biru hijau. Algae beresiko mengancam kelestarian batu candi karena saat musim penghujan algae tumbuh lebat, namun saat musim kemarau algae akan mati. Ketika koloni algae mati maka koloni algae akan mengelupas. Saat koloni algae mengelupas maka mineral batuan candi akan ikut terkelupas pula. Semakin tebal dan lebar koloni maka akan semakin banyak mineral batuan yang ikut terkelupas.



(a)

(b)

Algae yang tumbuh pada salah satu blok permukaan batu candi (a), mineral batuan yang ikut terkelupas saat algae mengering di musim kemarau (b)

b. Lichen

Lichen merupakan persatuan antara jamur dan algae membentuk simbiosis mutualisme yang saling menguntungkan. Algae akan memberikan bahan organik pada jamur sementara jamur memberikan bahan anorganik dan lingkungan yang lembab pada algae. Tubuhnya belum terdeferensiasi menjadi akar batang dan daun, sehingga dimasukkan ke dalam tumbuhan berthalus. Lichen pada permukaan batu dan bata seperti kerak, warna putih, hijau atau abu-abu. Berdasarkan morfologi atau bentuk lichen yang tumbuh pada permukaan batu ada 2 tipe yaitu: tipe butiran/ crustaceae (melekat erat pada batu terutama batu yang porus) dan tipe daun/ foliaceae (bentuk koloni menyerupai lembaran-lembaran daun dan mudah diambil dari permukaan batu). Jenis pelapukan yang ditimbulkan oleh lichen:

- Secara kimiawi, lichen menghasilkan asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) yang dapat melarutkan mineral batuan



- Secara mekanik, kerusakan disebabkan adanya perenggangan dan penyusutan populasi yang beresiko mengakibatkan retakan mikro pada batu candi
- Secara estetika, pertumbuhan lichen akan menimbulkan noda pada permukaan batu candi permukaan bekas tempat pertumbuhannya akan berwarna lebih muda.

c. Lumut

Lumut merupakan sekumpulan tumbuhan kecil yang termasuk dalam Bryophytina. Tumbuhan ini sudah menunjukkan diferensiasi tegas antara organ penyerap hara dan organ fotosintetik namun belum memiliki akar dan daun sejati. Lumut umum tumbuh pada permukaan batu adalah lumut hati dan lumut daun.



(a) lumut hati,



(b) lumut daun

Ancamam pelapukan material batu disebabkan karena lumut memiliki semacam akar yang disebut rhizoid. Rhizoid ini dapat masuk kedalam pori-pori batuan 1 – 2 cm. Masuknya rhizoid ke dalam pori-pori menyebabkan pori-pori batuan menjadi lebar sehingga porositas batuan akan meningkat. Meningkatnya porositas batuan candi menyebabkan peningkatan daya serap batuan terhadap air. Peningkatan daya serap batuan terhadap air akan menyebabkan larutnya beberapa mineral batuan dan peningkatan endapan garam.

B. Faktor Manusia

Faktor manusia ini terbagi 2 yaitu tantangan dan ancaman terhadap perubahan zonasi Candi Borobudur sebagai Kawasan Strategis Nasional dan Kawasan Cagar Budaya Nasional dan tantangan Pemanfaatan Candi Borobudur.

1. Zonasi

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang dan Peraturan Pemerintah Nomor 26 tahun 2018 tentang Rencana Tata Ruang Nasional yang kemudian di tuangkan dalam peraturan Presiden Nomor 58 tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Strategis Nasional Borobudur dan sekitarnya (selanjutnya disebut Perpres KSN Borobudur), bahwa Kawasan Borobudur telah ditetapkan sebagai Kawasan Strategis Nasional (KSN). Dalam Peraturan Presiden Nomor 58 tahun 2014 telah diatur mengenai pengendalian dan pemanfaatan ruang dalam Kawasan Strategis Nasional Borobudur. Selain ditetapkan sebagai Kawasan Strategis Nasional Borobudur, juga ditetapkan sebagai Kawasan Cagar Budaya Peringkat

Nasional berdasarkan Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 286/M/2014 tentang Satuan Ruang Geografis Borobudur sebagai Kawasan Cagar Budaya Peringkat Nasional.

Perkembangan kawasan Borobudur cepat seiring dengan makin banyaknya kunjungan wisatawan ke Borobudur, hal ini menyebabkan makin banyak pemanfaatan ruang dalam hal ini bangunan yang dibangun sebagai pendukung fasilitas wisata. Kondisi yang ada saat ini, terdapat beberapa pemanfaatan ruang yang tidak sesuai dengan Perpres KSN Borobudur, misalnya pembangunan bangunan permanen di atas sawah bekas danau purba yang dalam pengaturannya pemanfaatannya adalah 0% (nol) atau tidak boleh dibangun bangunan di atasnya. Selain itu, di sepanjang jalan Koridor Palbapang telah banyak muncul bangunan-bangunan baru yang mengubah fungsi persawahan yang ada. Pembangunan ini pun dilaksanakan tanpa ada Izin Mendirikan Bangunan (IMB) di atasnya (Laporan Monitoring kawasan, 2016).



Sawah bekas danau purba di Desa Borobudur pada Februari, 2016

2. Pemanfaatan

Candi Borobudur merupakan salah satu Obyek dan Daya Tarik Wisata (ODTW) utama di Indonesia. Candi Borobudur setiap tahun dikunjungi oleh jutaan orang wisatawan baik wisatawan nusantara maupun wisatawan asing. Hal ini dapat menjadi ancaman yang harus diperhatikan. Pada saat puncak kunjungan di musim libur Candi Borobudur bisa dikunjungi oleh wisatawan lebih dari 50.000 orang dalam satu hari kunjungan. Dengan luas Candi Borobudur dan lingkungannya yang terbatas dibanding jumlah wisatawan yang sangat banyak tentu ini jauh dari rasa nyaman pada saat berada di Candi Borobudur. Di samping itu kerumunan orang ini sekaligus juga memunculkan ancaman lain terhadap Candi Borobudur, baik secara fisik maupun non fisik.



Bangunan permanen yang berdiri di atas bekas danau purba, Desember 2016



Candi Borobudur dipadati pengunjung

Pengunjung yang datang ke Candi Borobudur baik wisatawan nusantara maupun mancanegara berasal dari seluruh tingkatan usia dan pendidikan dengan beragam maksud dan tujuan serta tingkat pemahaman yang berbeda terhadap warisan leluhur ini. Ada yang datang dengan tujuan untuk melakukan ritual, ada yang datang untuk lebih memahami sejarah dan arkeologi Candi Borobudur, sementara pengunjung lain ada yang hanya untuk menikmati pemandangan di sekitar dari atas Candi Borobudur.

Pengunjung yang datang ke candi Borobudur juga menimbulkan dampak negatif untuk pelestarian candi Borobudur, seperti keausan pada batu tangga dan lantai candi, serta vandalisme seperti mencoret-coret dan memanjat batu-batu candi.



Keausan tangga barat



Vandalisme di batu candi

Selain dampak negatif yang ditimbulkan, dalam pemanfaatan Candi Borobudur juga menghadapi berbagai tantangan seperti penggunaan drone (pesawat tanpa awak) untuk dokumentasi tanpa izin. Selain penggunaan drone, beberapa kegiatan pemanfaatan tanpa izin seperti pembuatan iklan komersial dan pengambilan foto prewedding. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan ini dapat mengganggu upaya pelestarian Candi Borobudur dalam hal dapat hal mengganggu nilai penting yang terkandung di dalam. Perlu dilakukan upaya preventif seperti melakukan sosialisasi sehingga pemanfaatan candi dapat terkendali dan berfungsi dengan menjaga nilai penting yang terkandung di dalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Konservasi Borobudur, 2014, *Laporan Penanganan Abu Vulkanik Erupsi Gunung Kelud Pada Candi Borobudur, Candi Mendut, Dan Candi Pawon*, Balai Konservasi Borobudur.
- Cahyandaru, N., Swastikawati, A., Kusumawati, 2011. *Pengaruh Abu Vulkanik Terhadap Batu Candi Borobudur*. Balai Konservasi Peninggalan Borobudur.
- Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi No. 35 Tahun 2012 *tentang Pedoman Penyusunan Standar Operasional Prosedur Administrasi Pemerintah*
- Sampurno, 1969, *Penelitian Tanah Dasar Candi Borobudur*, Pelita Borobudur, Seri B No. 1, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Sutopo, Marsis & Hari Setyawan, 2011, *Pembersihan Candi Borobudur dari Abu Vulkanik Erupsi Gunung Merapi, Buku Menyelamatkan Candi Borobudur dari Erupsi Merapi*, Balai Konservasi Peninggalan Borobudur.
- Rina A. 2015. “Uji Efektifitas Minyak Atsiri Biji Pala(*Myristica fragans* houtt) untuk Menghambat Pertumbuhan Lumut Kerak(*Lichenes*) pada Cagar Budaya Batu”, FMIPA Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ariyanto, Y.B. 1993 “*Laporan Studi Konservasi Tentang Penanganan Penge-lupasan Batuan Candi Borobudur*”. Balai Studi dan Konservasi Borobudur, Magelang.
- Brahmantara, dkk. 2014. *Laporan Kajian Pengembangan Metode Pengukuran Deformasi Vertikal dan Horizontal Candi Borobudur dan Bukit*. Balai Konservasi Borobudur, Magelang.
- Brahmantara, dkk. 2016. *Laporan Hasil Kajian Rentang Dekat dan Aerial untuk Dokumentasi 3 Dimensi Cagar Budaya*. Balai Konservasi Borobudur, Magelang.

- Cahyandaru, Nahar, dkk. 2008. Laporan Studi Analisis Mortar Pemugaran I dan Kajian Kemungkinan Dampaknya Terhadap Kelestarian Candi Borobudur. Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, Magelang.
- Gunawan, Arif, dkk. 2007.” *Laporan Studi Metode Pembersihan Lumut dengan Pemanasan*”. Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, Magelang.
- Gunawan, Arif, dkk. 2010. *Laporan Hasil Kajian Pengembangan Bahan Konservasi Mortar Tradisional (Hydraulic Mortar)*. Balai Konservasi Borobudur, Magelang.
- Lange, O, dkk. 1991. “*Geologi Umum*”. Gaya Media Pratama, Jakarta.
- Muhammad, Rony, dkk. 2015. *Laporan Hasil Kajian Mortar Etil Silikat untuk Konservasi Cagar Budaya Berbahan Andesit*. Balai Konservasi Borobudur, Magelang.
- Muhammad, Rony, dkk. 2016. *Laporan Hasil Kajian Mortar Etil Silikat untuk Konservasi Cagar Budaya Berbahan Andesit Tahap II*. Balai Konservasi Borobudur, Magelang.
- Prescott, L M, Harley JP, Klern D A. 1999. *Microbiology* 4th ed. The MC Grow Hill, USA.
- Samidi. 1975. “*Penelitian Pendahuluan Pemberantasan Lumut pada Batuan Candi Borobudur*”. Pelita Borobudur seri B No. 7, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Santosa, Puji, dkk. 2009. *Laporan Hasil Kajian Pengujian Bahan Aditif Semen untuk Aplikasi Konservasi dan Pemugaran Candi*. Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, Magelang.
- Setyawan, Hari, dkk. 2011. *Laporan Kajian Penanganan Nat pada Selasar Candi Borobudur*. Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, Magelang.
- Setyawan, Hari, dkk. 2015. *Laporan Kajian Pencocokan Kepala Arca Buddha Candi Borobudur*. Balai Konservasi Borobudur, Magelang.
- Setyawan, Hari, dkk. 2016. *Laporan Kajian Pencocokan Kepala Arca Buddha Candi Borobudur Tahap 2*. Balai Konservasi Borobudur, Magelang.
- Swatikawati, Ari, dkk. 2010. “*Metode Konservasi Relief Candi Borobudur*”.

Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, Magelang.

- Swatikawati, Ari, dkk. 2012. “Efektifitas EDTA dalam Membersihkan Endapan Garam pada Cagar Budaya Berbahan Batu”. Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, Magelang.
- Wahyuni, Sri, dkk. 2014. “Laporan Hasil Kajian Efektifitas Pembersihan Endapan Garam pada Cagar Budaya Berbahan Batu dengan Resin Penukar Ion”. Balai Konservasi Borobudur, Magelang.
- Wahyuni, Sri, dkk. 2015. “Laporan Hasil Kajian Minyak Atsiri untuk Cagar Budaya Berbahan Batu Tahap I”. Balai Konservasi Borobudur, Magelang.
- Wahyuni, Sri, dkk. 2016. “Laporan Hasil Kajian Minyak Atsiri untuk Cagar Budaya Berbahan Batu Tahap II”. Balai Konservasi Borobudur, Magelang.
- Yekti, Dyah. 2015. “Uji Efektifitas Minyak Atsiri Cengkeh untuk Menghambat Pertumbuhan Lumut Kerak (*Lichenes*) pada Cagar Budaya Batu”, FMI-PA Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Laman

<http://borobudurpedia.id/artikel/anastilosis-457> diakses tanggal 21 November 2017 pukul 13.00 WIB

Undang-undang Republik Indonesia No 24 tahun 2007 *tentang Penanggulangan Bencana*

Adiati, Ath Thur F. 2016. Ekowisata Berbasis Komunitas Sebagai Strategi Pelestarian Cagar Budaya Situs Sangiran: Studi Kasus Masyarakat Situs Sangiran. Dalam *Jurnal Sangiran* No. 5/2016. Balai Pelestarian Situs Manusia Purba Sangiran, h. 53-66

Direktorat Jenderal Sejarah dan Purbakala. 2010. *Kajian Sosial-Budaya Kawasan Borobudur*. Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata: Jakarta

Mulyadi, Yadi. 2012. Museum Komunitas Alternatif Pelestarian Cagar Budaya Berbasis Masyarakat. Dalam *Museografia: Majalah Ilmu Permuseuman*, vol. VI, No. 10, Des 2012. Direktorat Permuseuman, h.

- Rahardjo, Supratikno. 2013. Beberapa Permasalahan Pelestarian Kawasan Cagar Budaya dan Strategi Solusinya. Dalam *Borobudur: Jurnal Konservasi Cagar Budaya*, vol. 7, No. 2, Des 2013. Balai Konservasi Borobudur, h. 3-16
- Setiawan, Kartum. 2015. Peran Komunitas Dalam Pencitraan Museum. Dalam *Museografia: Majalah Ilmu Permuseuman*, vol. X, No. 1/ 2015. Direktorat Pelestarian Cagar Budaya dan Permuseuman, h. 74-83
- Sulistyanto, Bambang. 2010. Pemberdayaan Masyarakat di Lingkungan Situs Arkeologi. Dalam *Amerta: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Arkeologi*, vol. 28/2010. Pusat Penelitian Arkeologi Nasional, h. 1-16.
- Wibowo, Agus Budi. 2014. Strategi Pelestarian Benda/Situs Cagar Budaya Berbasis Masyarakat: Kasus Pelestarian Benda/Situs Cagar Budaya Gampong Pande, Kecamatan Kutaraja, Banda Aceh, Provinsi Aceh. Dalam *Borobudur: Jurnal Konservasi Cagar Budaya*, vol. 8, No. 1, Juni 2014. Balai Konservasi Borobudur, h. 57-70
- , 1972. *Riwayat Usaha Penyelamatan Candi Borobudur. Pelita Borobudur*, Seri A.1. Proyek Pelita Restorasi Candi Borobudur. Jakarta: Departemen Pendidikan dan kebudayaan.
- , 2009. "Melestarikan Warisan Budaya Dunia Kompleks Candi Borobudur : Perspektif Baru". *Jurnal Konservasi Benda Cagar Budaya Borobudur*. Vol. III No.3 Desember 2009 hlm. 7-10. Magelang: Balai Konservasi Borobudur.
- , 2014. "Peluang dan Tantangan Pengembangan Museum Situs di Indonesia", makalah disampaikan dalam Kegiatan Workshop Managing Archeological Site Museum di Solo Jawa Tengah 12-21Oktober 2014.
- , 2004. Rancangan Penataan Museum Kapal Samudraraksa. *Laporan Akhir*.
- Ave, Joop, dkk. 1993. *Universal Tourism Enriching or Degrading Culture?*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Balai Konservasi Borobudur. 2012. *Candi Borobudur Selayang Pandang*.
- Balai Konservasi Borobudur. 2012. *Kearsitekturan Candi Borobudur*.
- Fandeli, Chafid. 1995. *Dasar-dasar Manajemen Kepariwisata Alam*. Yogyakarta: Liberty Offset.
- Ideco Utama. 1981. *Up-dated Former Plans and Schematic Design. Phase I: For Borobudur and Prambanan National Archaeological Parks Project*.
- JICA. 1979. *Masterplan Borobudur Arhaeological Park*. JICA – Departemen Pendidikan Nasional – Departemen Perhubungan, Komunikasi dan Pariwisata, Jakarta.
- Shackley, Myra. 1999. “Managing the Visitor Experiences: The Case of Cultural World Heritage Sites” dalam Wiendu Nuryanti (ed) *Heritage, Tourism and Local Communities*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soekmono, R. 1971. *Riwayat Usaha Penjelamatan Tjandi Borobudur*.
- Taman Wisata Candi Borobudur. 1989. *Sekilas Taman Wisata*. Magelang : PT. TWCB.
- Tanudirjo, Daud Aris. 1993-1994. *Kualitas Penyajian Warisan Budaya kepada masyarakat: Studi Kasus Menejemen Suberdaya Budaya Candi Borobudur*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas-Studi Sosial, Universitas Gadjah Mada.
- Yuwono, Sri Suwito. 2014. “Taman Wisata Candi Borobudur Antara Konsep dan Realisasi” dalam *200 Tahun Penemuan Candi Borobudur*. Magelang: Balai Konservasi Borobudur.
- Balai Konservasi Borobudur. 2013. Laporan Tahunan, *Tahun 2013 Balai Konservasi Borobudur*. Magelang: Balai Konservasi Borobudur.

Boccardi, G; Brooks, G; dan Gurung. H. Maret 2006. *Mission Report: Reactive Monitoring Mission to Borobudur Temple Compounds World Heritage Property, Indonesia*. Diselenggarakan pada tanggal 18-25 Februari 2006.

Geplano, PT. 2014. Laporan Rencana Pelestarian Candi Borobudur. Magelang: Balai Konservasi Borobudur.

----- . 1992. *Keputusan Presiden Nomor 1 Tahun 1992 tentang Pengelolaan Taman Wisata Candi Borobudur dan Prambanan serta Pengendalian Lingkungan Kawasannya*. Jakarta, ditetapkan tanggal 2 Januari 1992.

----- . 1990. *Undang-undang No. 9 Tahun 1990 tentang Objek dan Daya Tarik Wisata*.

----- . 2005. *Operational Guidelines for the implementaion of the World Heritage Convention* No. WHC 05/2 tanggal 2 Februari 2005

----- . 2010. *Undang-undang Republik Indonesia No. 11 tahun 2010 tentang Cagar Budaya*.

Anonim, 1990. *Nomination of Borobudur and Prambanan Temple Compunds Indonesia for Inclusion in the World Heritage List*. Prepared for the World Heritage Convention by Ministry of Education dan Culture

UNESCO, 1972. *Convention Concerning the Protection of The World Cultural and Natural Heritage*. UNESCO, Paris

Anonim. 1972. *Peraturan Semen Portland Indonesia NI-8*, Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan.

Anshory Irvan. 1987. *Penuntun Pelajaran Kimia*. Bandung: Ganeca Exact.

Antono, A.. 1971. *Ilmu Bahan Konstruksi Teknik*.

- Cahyandaru, Nahar. 2008. *Laporan Studi Analisis Mortar Pemugaran I dan Kajian Kemungkinan Dampaknya Terhadap Kelestarian Candi Borobudur*. Borobudur: Balai Konservasi Peninggalan Borobudur.
- Casparis, J. G. de. 1950. *"Prasasti Indonesia I"*. Bandung: A.C. Nix & Co.
- D.J. Greenland and MHB. Hayes. 1978. *The Chemistry of Soil Constituents*. New York.
- Day Ir R.A and Underwood A.L., 1986. *Analisis Kimia Kwantitatif*, Jakarta: Erlangga.
- Giorgio Torracca, 1977. *Building Materials and Deterioration Procces*, International Centre for Conservation.
- Munandar, Aris. 1999. *Studi Pelapukan Batu Candi Siwa Prambanan*. Magelang: Balai Studi dan Konservasi Borobudur.
- Nuhraha Doddy Setia. 1987. *Batuan dan Mineral*. Bandung: Nova.
- Soenarjo, dkk. 2007. *Laporan Studi Kemiringan dan Kemelasaan Selasar Candi Borobudur*. Borobudur: Balai Konservasi Peninggalan Borobudur.
- Stambolov, T. and J.R.J. Van Asperen de Boer. 1976. *The Deterioration and Conservation of Porous Building Materials in Monument*, 2nd ed, ICSPRCP. Roma.
- Suyanto, dkk. 2007. *Laporan Studi Alternatif Sistem Perkuatan Selasar Candi Borobudur*. Borobudur: Balai Konservasi Peninggalan Borobudur.
- W. F. Stuterheim. 1950. *Chandi Borobudur Name Form and Meaning, Studies In Indonesia Archaeology*. Batavia: Kolff & Co.
- Sudibyo, dkk. 2002. *Studi Proses Penggaraman Pada Batu dan Metode Penanganannya*. Borobudur: Balai Studi dan Konservasi Borobudur.
- Verhoef P N W, 1992, *Geologi Untuk Teknik Sipil*. Jakarta: Erlangga.